

المكتبة الثقافية

١٣٥

قصة الألمونيوم

الدكتور أنور محمود عبد الواسد

لتقارير لجنة التقييم

الدار المصرية
للتأليف والترجمة


دار الفقر

المكتبة الثقافية

١٣٥

قصة الألمونيوم

الدكتور أنور محمود عبد الواحد

اتفاقية التعاون
الدار المصرية
للتأليف والترجمة

دار الفلم

توزيع



دار الفجر

١٨ شارع سوق التوفيقية بالقاهرة

ت ٥٥٠٣٢ — ٧٧٧٤١

طنطا ميدان الساعة

ت : ٢٥٩٤

١٥ يونية ١٩٦٥

مقدمة

هنا الكتاب الذى تقدمه قصة معدن لم يعرف على أساس تجارى إلا من حوالى ثلاثة أرباع القرن . وعلى ذلك فليس له ماض تليد ولا طرائف تاريخية كالتى نجد لها للمعادن التى عرفها الإنسان منذ أقدم العصور . فليس للألمونيوم مثلاً أصالة الذهب ولا عراقته ، أو أرستقراطية الفضة وبهاؤها . فإذا كان الأول يوصف بأنه ملك المعادن ، وإذا كانت الفضة توصف بأنها ملكتها ، فإن نصيب الألمونيوم من هذه الفخامة والرواء نصيب معدن أنزل من عرش الفخامة والبطالة إلى ميدان العمل والإنتاج والكفاح .

وللمعادن كاللناس أيام نعمى وبؤسى ، وعهود دعة وجد . فقد كان الألمونيوم يوماً ما المعدن الغالى النفيس المقدم حتى على الذهب والفضة ، حيث كان الملوك والباطرة يخصصون أندادهم بصحاف وأوان مصنوعة من الألمونيوم مبالغة فى تكرمهم والحفاوة بهم ، فى حين يكتفى بأواني الذهب والفضة تقدم للأعيان والنبلاء ممن لا يعلون إلى مرتبة تناول الطعام فى صحاف الألمونيوم

وأوانيهِ ! ولم تجد شركة فرنسية في عهد الألومنيوم « الذهبي » هدية أروع ولا أنسب من « شمشيخة » من الألومنيوم تقدم لولي عهد الجالس على عرش فرنسا ، منها اليوم دراهم معدودات ! كذلك لم يكن للألومنيوم بأس الحديد وفتوحاته وتاريخه التليد . وإذا كان السيف الفولاذي هو الذي نلَّ على مر العصور عروش الأباطرة ، وهدم أو اوين الأكَسرة ، وأدال دول القياصرة ، فلقد كان الألومنيوم خلال تلك العصور ناوياً في التراب لا يجد من يترعه من مرقد أو ينقيه من أكاسيده وشوائبه حتى قبض الله له من يجلوه من تربته ويقله من رقدته ويجعله للناس نافعا وصالحا في عظام الأمور وصغارها ، وحتى أصبح ينافس الفولاذ ذاته في قوته ومتانته ، بل يفوقه في خفة الوزن وبعض الخواص الأخرى .

وعندما بدأ الألومنيوم أن يأخذ مكانه الطبيعي بين المعادن ، عظمت هذه المكانة واتسعت آفاقها ، فرأيناها يكتسح الأواني النحاسية بأوانيهِ اللامعة الخفيفة ، فأغنى ربة البيت من « مبيض النحاس » وعمله الدائب الدوار في صحن البيت بين الرقص في الحلل وإيقاد النار ومطاردة الدخان ، وأعفاها من « الزنجار » والطعام الفاسد ولما يمس على طهيهِ يوم أو بعض يوم ، ويسر لها الثلاثجة

الكهربائية والمكنسة الأوتوماتية وما نعرف وتعرفون من
أساليب الحياة الميسرة المريحة .

ورأيناه كذلك يشق طريقه في البر والبحر والجو فلولاه
لما كانت الطائرات تشق عنان السماء في كل لحظة من لحظات
الليل والنهار . وفي الواقع فإن قصة الطيران الحديث هي قصة
الألمونيوم ، ولا يمكن أن تروى إحداها دون أن تتداخل
في الثانية . ولقد كان الطيران في أوائل عهده مجرد مغامرات
وتجارب تعرض الناس للأخطار والدمار حتى جاء الألمونيوم
فاستقام الطيران على جادة الهواء وأمن البشر على أنفسهم وأموالهم
وبضائهم ، فهي قد أصبحت تنتقل عبر القارات والمحيطات
مطمئنة مكفولة السلامة .

ووجد الألمونيوم استعمالات عديدة في السفينة والقاطرة
والسيارة وثبتت أقدامه في الصناعات الكيماوية والكهربية
والميكانيكية بحيث لا يمكن تصور ما حدث في هذه الصناعات
من تطورات وابتكارات وأساليب دون الألمونيوم وسبائك
الفضة .

* * *

وقصة استخلاص الألمونيوم وانتاجه على أساس تجارى

هى الأخرى قصة مشوقة طريفة . وسنقرأ فى صفحات هذا الكتاب عن هؤلاء الأعلام الذين قيض الله لهم استخلاص هذه المعدن باساليب بسيطة نسبياً . ولقد كان أحدهم ، وهو الأمرىكى شارل مارتن هول ، شاباً لم يتعد الثالثة والعشرين من عمره حين جهز فى كوخ خشبي معملاً متواضعاً أجرى فيه تجاربه ، تساعده أخته جوليا ، وتمكن باستخدام التحليل الكهربى ومادة « الكريوليت » أن ينتكر الأسلوب الاقتصادى لإستخلاص الألومنيوم الذى لا يزال يستخدم حتى اليوم . وسنقرأ فى هذا الكتاب عن إحدى غرائب المصادفات فى تاريخ العلم ، إذا كان هناك شاب آخر ، هو « بول يرو » — الذى ولد وتوفى فى نفس العامين اللذين ولد وتوفى فيهما هول — يجرى نفس التجارب على الجانب الآخر من المحيط الأطلنطى بفرنسا وتوصل إلى نفس النتائج فى نفس الوقت تقريباً : أتراها مجرد توارد خواطر — كما يقولون — أم ماذا . . . ؟

ولا ترجع أهمية الألومنيوم إلى الفلز ذاته ، بل إلى سبائك المديدة التى فتحت له آفاقاً واسعة فى مختلف المجالات والاستعمالات . فهذه السبائك هى التى تتصف بالقوة والمتانة والخصائص التى تتفوق على كثير من خصائص المعادن التجارية

الأخرى . وكان لا بد لنا أن نقف وقفة قصيرة لنحدث عن هذه السبائك وأنواعها ، وخاصة سبيكة « الدور ألومين » ، التي كانت من أوائل السبائك الألومنيومية ، ولقد أدى اكتشافها إلى معرفة ظاهرة من أهم الظواهر التي تستخدم في تقوية الألومنيوم وزيادة متاقته .

ويعرض الكتاب معلومات وطرائف عديدة عن تلوين الألومنيوم وزخرفته . ولقد انتشرت بيننا هذه الألوان الألومنيومية الملونة بألوان جذابة ، ولعل من المشوق للقارئ أن يلم بأطراف عن أساليب هذا التلوين . على أننا نود أن نشير إلى أن هذه الطبقات التي تكسو سطح الألومنيوم لا يقصد منها الأغراض الزخرفية فحسب ، بل إنها تستخدم أساسا في تطبيقات صناعية هامة كما سنرى .

كذلك رأينا أن نتحدث عن بعض استعمالات مساحيق الألومنيوم ، وهي استعمالات هامة سواء في المجالات الحربية والمدنية ؛ قد يشوق القارئ الإلمام بها .

وبعد ، فلقد كانت المشكلة الأولى التي واجهتنا عند تصنيف هذا الكتاب هي جعله مناسبا لمستوى المكتبة الثقافية ذلك لأن الحديث عن استخلاص الألومنيوم ، وسبائك المختلفة ، ومعاملاته

الحرارية ، استلزم منا أن نلمس بعض هذه الموضوعات من جوانبها العلمية. وفي ذلك توخينا التبسيط بقدر المستطاع وبالقدر الذى لا بد منه ليستقيم فهم النواحي الفنية والتكنولوجية . ويمكننا القول أنه مامن مصطلح أو أسلوب صناعى ورد فى هذا الكتاب يعلو عن معارف أبنائنا من طلاب المدارس الثانوية . .

ومع ذلك فى اعتقادنا أن القارئ العادى الذى يتغنى الثقافة الجادة يستطيع بثىء من المثابرة والتركيز أن يلم بفصول الكتاب وموضوعاته إلماما جيدا يوقفه على كثير من الحقائق والمعلومات المتعلقة بالألومنيوم ، هذا المعدن الممتاز الذى تزايد أهميته يوم بعد يوم.

د. أنور محمود عبد الواسع

الألومنيوم والحضارة

كان الصلب يعتبر مقياساً لحضارة الأمم وتقدمها ،
إِذَا فإن الألومنيوم يعتبر مقياساً لرفاهيتها وقوتها
على السواء .

ولقد أنتج الحديد على نطاق صناعي منذ مئات السنين
وقبل معرفة فلز الألومنيوم ، ويرجع ذلك إلى وجود
أكاسيد الحديد في الطبيعة بحالة تسمح بوضعها في الأفران
مباشرة لاستخلاص المعدن ، بخلاف أكاسيد الألومنيوم التي
يلزم أولاً تنقيتها من شوائبها ثم معالجتها بطرق معقدة مرتفعة
التكاليف ليتمكن اختزالها واستخلاص الفلز . ولم يتيسر إنتاج
الألومنيوم على أساس تجاري اقتصادي إلا في أواخر القرن
القرن التاسع عشر عندما أتيح التيار الكهربائي بفضل اختراع
الدينامو ، وعندما توصل كل (هول) و (إيرو) إلى اكتشاف
الطريقة التي تعرف بإمميها ولا تزال تستخدم حتى الآن على
نطاق عالمي .

وعلى ذلك يمكن القول بأن الألومنيوم لم يتوفر للناس

بسر مفعول إلا حوالى ثلاثة أرباع قرن ، ولكن لم تصل الأدوات المنزلية التى صنعت منه حينئذ إلى حد السكال ، إذ كانت تتآكل وتتشدخ بصورة ملحوظة لعدم تقاء المعدن من الشوائب التى كانت تترك مختلطة به ، كما وجد أن فلز الألومنيوم على درجة كبيرة من الليونة تجعله غير صالح للاغراض المختلفة . ثم تمكن مهندسو المعادن بعد ذلك من تقوية الألومنيوم بإضافة عناصر معينة إليه فأنتجوا سبائك منه تكاد تماثل الصلب فى متانتها وقوتها وإن كانت لا تتجاوز ثلثه فى الوزن .

ومنذ أن أنتج الألومنيوم وسبائكه على أساس تجارى ، أصبح هذا المعدن منافساً خطيراً للحديد والصلب ، ويرجع ذلك إلى وفرة خاماته فى الطبيعة ، بل هى أوفر خامات الفلزات على الإطلاق ، إذ تحتوى القشرة الأرضية على حوالى ٨ فى المائة من الألومنيوم ، مقابل حوالى ٥ فى المائة وللمى خفة وزنه ومتانتها ومقاومته للتآكل ، وتوصيلته العالية للحرارة والكهرباء ، وقابليته الجيدة للشد والمطل ، علاوة على التنوع الكبير فى سبائكه مما يجعلها تصلح لعدد ضخم من الاستخدامات والتطبيقات .

ولقد تعددت وتنوعت الآن منتجات الألومنيوم بحيث يصعب
حصرها وإحصاؤها . ويقال إن له أكثر من ثلاثة آلاف من
الاستعمالات المختلفة في الصناعة . وقد يصعب تصديق ذلك ،
ولكننا نستعمل في حياتنا اليومية أنواعا وأشكالا متعددة
من الألومنيوم . فتستعمل رقائقه في تغليف السجائر والحلوى
وتصنع الأواني والقوارير ومعدات الطهي ، من ألواحها ، كما
تصنع من هذا المعدن كذلك أنابيب معالين الأسنان وصابون
الحلاقة وأدوات الزينة وكثير من الأوعية المستخدمة في صناعة
الأدوية . وليس هذا إلا جزءا ضئيلا جداً من الاستعمال الضخم
للألومنيوم . فبالإضافة إلى أنه المعدن المثالي لتعبئة وتغليف
الأغذية والأدوية ، نجد أنه يستعمل على نطاق واسع في صناعة
الطائرات ، إذ يستعمل في صناعة مراوحها ومحركاتها وأجنحتها
وكثير من أجزائها الإنشائية الأخرى ، كما يدخل في بناء السفن
 وإنشاء المباني ، فتصنع منه الأبواب وإطارات النوافذ والهوائيات
ومئات من الأجزاء المماثلة . ويتزايد استعمال الألومنيوم في صنع
الحياكل المعدنية للسيارات والجرارات والواري ، والأجهزة
والتروس ، وفي إنشاء القطارات الإنشائية عالية السرعة ، وفي بناء

الكبارى والجسور، وأعمدة الإنارة والأبراج الحاملة لكبلات
التيار على الضغط، علاوة على هذه الكبلات ذاتها، وغير ذلك
مما ترويه قصة هذا المعدن النافع الهام .

وتتنافس شركات صناعة الألمونيوم في إنتاج العدد العديد
من منتجاته ، متفننة في إنتاج سبائك وأشكال منه تصلح لكل
غرض وتتحدى المنتجات المعدنية الأخرى .



الألومنيوم في القشرة الأرضية

أكثر العناصر وفرة في القشرة الأرضية الأكسجين ، ويليه السيليكون . وهذان العنصران يكونان معا ثلاثة أرباع القشرة الأرضية، ثم يأتي بعدهما مباشرة الألومنيوم بنسبة ٨ ٪. تقريبا وبذلك فهو أكثر المعادن انتشارا في القشرة الأرضية ، ويليه الحديد فالكلسيوم فالصوديوم فالبوتاسيوم فالجنزيوم ، بحيث تمثل هذه العناصر الثمانية حوالى ٩٩ ٪ من المجموعة ، وتشترك جميع العناصر الأخرى فيما لا يكاد يتجاوز ١ ٪ من القشرة الأرضية ، بينما يبلغ مجموعها حوالى ٩٠ عنصرا بما في ذلك المعادن المألوفة مثل النحاس والرصاص والزنك والقصدير وغيرها .

ولا يوجد الألومنيوم في الطبيعة منفردا بحالته الفلزية ، بل يوجد على هيئة أكسيد أو سليكات في التربة الزراعية وفي معظم الصخور ، وهو عنصر أساسى فى جميع أنواع الطين . والطفّل المتعاد يحتوى على أكسيد الألومنيوم مختلطا بمواد ملونة مختلفة .

خامات الألومنيوم :

يحصل غالباً على الألومنيوم اللازم لأغراض الصناعة والتجارة من خام واحد هو البوكسيت ، ويتفاوت لونه بين الأبيض غير الناصع والرمادي ، ويتغير لونه من الأصفر إلى البني والبني الأحمر في حالة وجود الشوائب الحديدية ، وعلى حسب نوع وكمية هذه الشوائب .

وتستعمل أنواع أخرى من خامات الألومنيوم على نطاق يتزايد يوماً بعد يوم في إنتاج الفلز بحيث يؤكد العلماء أن البوكسيت لن يحتفظ في المستقبل بمكان الصدارة بوصفه الخام الأولي لاستخلاص الألومنيوم .

ومن أمثلة هذه الخامات ، « اللوسايت » (سليكات الألومنيوم والبوتاسيوم) ، و « النفلين » (سليكات الألومنيوم والصوديوم) ، والكريوليت ، والأندلوسايت والألونايت ، والكورندم .

تاريخ استخلاص الألومنيوم

أكسيد الألومنيوم « الألومينا » معروف منذ قرون عديدة ، إذ أنه يوجد في الطبيعة على هيئة بلورات خالية من الماء تكون تارة صافية عديمة اللون كما في الزبرجد ، وتارة تكون ملونة بألوان مختلفة لما بها من شوائب كالباقوت الأحمر والصفيّر الأزرق « الزفير أو الباقوت الأزرق » والزمرد الأخضر وغير ذلك من الأحجار الكريمة . وكان — ولا يزال — هذا الأكسيد يعرف باسم مشتق من كلمة (Luman) اللاتينية ومعناها « نور » وذلك بسبب ما لوحظ من أن مواد التلوين التي كانت بعض أملاح هذا المعدن تدخل في تركيبها تكسب الأشياء التي تدهن بها ألوانا فاتحة .

ولقد رجح الكيمييون من بداية القرن الثامن عشر وجود معدن جديد هو الألومنيوم . وتحقق الكيميي الألماني أندريا سجمند مارجراف (١٧٠٩ — ١٧٨٢) من أن الألومنيوم هو أحد مكونات الشبه .

وفي عام ١٨٠٦ أعلن العالم الإنجليزي سير همفري دافى (١٧٧٨ — ١٨٢٩) أنه أجرى محاولات لاستخلاص هذا

المعدن الجديد ، وقال إنه لو كان قد نجح في اختزال أكسيده
لسمى الفلز الناتج « ألنيوم » .

وفي عام ١٨٢٥ ألقى العالم الدنمركى هانز كريستيان أورستد
(١٧٧٧-١٨٥١) محاضرة مستفيضة في المجمع العلمى بكونهاجن
عرض فيها سلسلة من بحوث كيميوية قام بها أوصلته إلى التجربة
النهائية التى مكنته من اختزال الألومنيا . وكان أورستد فى الواقع
أول من حضر مسحوقا معدنيا غير تقي من الألونيوم

وفى عام ١٨٢٧ أعاد العالم الألمانى فريدريشى فوهرل
(١٨٠٠ - ١٨٨٢) تجربة أورستد ، ولكنه قرر أنه لم يتمكن
من اختزال الألومنيا إلا بعد أن استبدل بعض المواد الكيميائية
التي استعملها أورستد مواداً أخرى ، فافصل الفلز عن الأكسجين
وظهر على هيئة مسحوق رمادى اللون .

وأجرى هذا العالم مرة أخرى عام ١٨٤٥ عدة بحوث فى
معامل جامعة جوتنجن بالمانيا تمكن فيها من الحصول على
الألونيوم على هيئة كريات دقيقة لا يزيد حجم الواحدة منها عن
رأس دبوس كبير .

وأخذ فوهرل اثنتين من هذه الكريات وزنها ٣٢مليجرام ،
وطرقهما معا طرعا شديداً ، ثم حسب وزنها النوعى ، فوجده

٢٥٠، ثم أamad التجربة مستعملا ثلاث كريات أخرى بلغ وزنها ٣٤ مليجرام فوجد أن هذا الوزن ٢٦٧ وما يدعو إلى الإعجاب أنه رغم كميات المعدن متناهية الضالة التي أجرى عليها فوهرل تجاربه فإن الوزن الذي حدده في تجربته الثانية لا يكاد يختلف عن الوزن الحقيقي للألمونيوم .

وينقسم مؤرخو العلوم وعلماء الغرب اليوم إلى فريقين ، أحدهما يتحمس لأورستد بوصفه مكتشف الألمونيوم ، والفريق الثاني ينسب هذا الشرف إلى فوهرل . ولكن بما لا شك فيه أن فوهرل هو أول من لفت الأنظار إلى خواص هذا الفلز الجديد .

* * *

وأجرى العالم الفرنسى سان كاير ديشيل (١٨١٨ — ١٨٨١) عدة بحوث لاستقصاء الطرق الممكنة لاستخلاص الفلز بطريقة تجارية . وأعلن ديشيل عام ١٨٥٤ في المجمع العلمى الفرنسى أنه أدخل تعديلا على طريقة فوهرل تمكن به من الحصول على الألمونيوم بكميات أوفر وبتكاليف أكثر اقتصادا واطضح أن هذا التعديل على درجة عظيمة من الأهمية بحيث يمكن اعتباره نقطة تحول في تاريخ استخلاص الألمونيوم .

فلقد ابتكر ديفيل أولا طريقة لصنع المادتين الحامتين
الأوليين اللازمتين لصنع الألمونيوم وهما الصوديوم وكلوريد
الألمونيوم . فبتسخين كربونات الصوديوم مع الفحم الحشبي ،
تمكن من انتاج الصوديوم بتكلفة معقولة لا تتجاوز ثلاثين
فرنكا للرطل الواحد . وحصل على الألومينا النقية من خامه
البوكسيت .

وتمكن ديفيل في مسبك « ساندرو » ياريس من انتاج
الألمونيوم بطريقة معملية بحتة . وكانت التفاعلات تتم في مجموعة
متتالية من الأنابيب المصنوعة من الزجاج « البوهيمي » مسخنة
فوق الفحم الحشبي . وتمكن ديفيل من إنتاج حوالي ٥٠ طنا
من الألمونيوم بهذا الأسلوب خلال الأعوام ١٨٨٥ — ١٨٨٨ ،
وفي خلال هذه الفترة هبط سعر الرطل الواحد من المعدن من
حوالي ١٠٠٠ فرنك إلى ٣٠٠ قريبا ، وكان متوسط درجة
تقائه حوالي ٩٧ في المائة .

وقدم ديفيل بعض ما استخلصه من هذا المعدن إلى زوار
معرض باريس عام ١٨٥٥ ، وأوضح لهم خفة وزنه وخواصه
المميزة الأخرى . فقدت الدهشة السنة الحاضرين وعدوه من
المعادن السريعة . وبلغ من علو منزلة هذا المعدن ونفاسته أن

الشركات كانت تنقاض أجوراً مرتفعة للتأمين عليه ، مثله في ذلك مثل الذهب والبلاتين والأحجار الكريمة . وكان الإمبراطور نابليون الثالث يقدم الطعام لضيفه من الأعيان والنبلاء في صحاف وأكواب من الذهب والفضة ، بينما كان يخصص للملوك ولأباطرة أدوات مائدة مصنوعة من الألومنيوم ، زيادة في الحفاوة بهم ومبالغة في تكريمه . وعندما أراد هذا الإمبراطور أن يوثق صلاته مع ملك سيام في ذلك الحين لم ير أنسب من أن يقدم له ساعة غطاؤها من الألومنيوم . كما أن شركة فرنسية أرادت أن تقدم هدية لولى عهده الطفل ، فلم تجد أنسب من « شخصية » مصنوعة من الألومنيوم ، لا تساوى اليوم أكثر من بضعة قروش !

ولقد احتفى أعضاء المجتمع العلمى الفرنسى بزميلهم الأستاذ وجمعوا له فيما بينهم ٣٠٠٠ فرنك قدموها هدية له ، تقديرًا منهم لبحوثه عن الألومنيوم ، وتمكينًا له من الاستمرار فيها . ورغم المبوط الكبير فى سعر هذا المعدن ، إلا أنه ظل مع ذلك مرتفعًا بالنسبة للعادى الأخرى . لهذا أخذ عشرات الباحثين يستخرجون براءات الاختراع لكل ما يتكرومون أملا منهم فى استغلاله تجاريا عندما تسنح الفرصة لذلك .

ولقد كانت طريقة « سان كلير ديشيل » مرتفعة التكاليف .
ولحسن الحظ تمكن « كارل باير » من ابتكار طريقة جديدة
لاستخلاص الألومينا النقية من الخام لم تكن معقدة بالمرّة .
وتعتبر طريقة باير هي الطريقة الأساسية التي تشمل الآن على
نطاق عالمي لتجهيز الألومينا : وسنتناول هذه الطريقة بتفصيل
أكثر في الفصل الخاص باستخلاص الألومنيوم .

وبجانب طريقتي « ديشيل » و « باير » لتجهيز الألومينا
فلقد ابتكرت طرق استعملت لبعض الوقت ولكنها تكاد
تتقرض الآن .



ويجدر بنا أن نشير إلى طريقة تستخدم في الاتحاد السوفيتي
لتحضير الألومينا . والخام المستعمل في هذه الطريقة هو خام
النفلين بعد تركيزه . وطريقة الحصول على خام النفلين المستخدمة
حالياً هي استخدام صخور الأباتيت المختلط بخام النفلين ، ويسمى
الخام « الأباتيت — نفلين » ، حيث يكسر الصخر ويطحن
ثم يفصل الإباتيت عن النفلين بطريقة التعويم . ويشتمل الإباتيت
في صناعة ممات الفوسفات . كذلك يوجد خام النفلين على حدة
أيضاً ، ويجرى استخدامه بعد تركيزه . ويتلخص امتياز هذه

الطريقة في استخلاص كل للركبات الكيومية الموجودة في النفلين ، ويكون استخلاصها على هيئة منتجات صناعية هامة أهمها الصودا والبوتاس والاسمنت وذلك بعد إضافة الحجر الجيري وبعض المواد الأخرى كالبوكسايت وأكسيد الحديد المركز . ولقد أنشئت فعلا في الاتحاد السوفيتي مصانع لاستخلاص الألومينا من النفلين . وتتلخص الطريقة في خلط النفلين المركز مع الحجر الجيري والماء ومحلول آخر ، ثم يمرر المحلول في طواحين لطحنه وخلطه جيدا . بعد ذلك يشحن في فرن إلى درجة حرارة من ١٢٩٠ إلى ١٣٣٠ مئوية . ويعامل الناتج بعد التسخين بوساطة محلول قلوي ، ثم يخلط جيدا في خلاط ويرشح للصهول على خبث النفلين الذي يستعمل في صناعة الاسمنت ، أما المحلول فيحتوي على أكسيد الألومنيوم وأكسيد الصوديوم والبوتاسيوم . ويمرر المحلول في مستودع تحت ضغط «أوتوكلاف» ، حيث يرسب أيروكسيد الألومنيوم ، للحصول على كربونات الصوديوم والبوتاسيوم على هيئة محلول . وبإجراء عملية ترشيح يفصل أيروكسيد الألومنيوم الذي تجرى عليه عملية تكليس عند درجة ١٢٠٠ مئوية للحصول على أكسيد الألومنيوم «الألومينا» . بعد ذلك تفصل كربونات

الصوديوم عن كربونات البوتاسيوم بواسطة عدة عمليات تركيز وبلورة .

وفي هذه الطريقة نحصل من ٤ أطنان من النفلين المركز و ١٥ طناً من الحجر الجيري على طن واحد من الألومينا . وطن واحد من البوتاس والصودا و ١٥ أطنان من الأممنت .

* * *

روينا فيما سبق القصة العلمية لاستخلاص الألومينا من خامات الألومنيوم ، وأشرنا إلى أن طريقة « باير » هي التي تفوق — حتى الآن — على جميع الطرق الأخرى ، بحيث تعتبر حالياً الطريقة الأساسية العالمية للحصول على الألومينا .

والمرحلة الثانية لإنتاج الألومنيوم هي استخلاص هذا المعدن من الألومينا ، أي أكسيد الألومنيوم . وفي الواقع لم يكن لجميع الأساليب التي تبني على اختزال الألومينا بواسطة الصوديوم أية قيمة تجارية . وفي نفس الوقت ، كانت القدرة الكهربائية قد أصبحت متاحة بفضل اختراع للولد الكهربائي « الدينامو » ، فاتجه العلماء إلى استخدام هذه القدرة في ابتكار أسلوب اقتصادي لإنتاج الألومنيوم من الألومينا بواسطة التحليل الكهربائي .

ومن غرائب المصادفات في تاريخ العلم أن الشخصين اللذين
وفقا إلى الطريقة الصائبة لاختزال الألومينا بالتحليل الكهربى
ولدا فى عام واحد (١٨٦٣) وتوفيا فى عام واحد (١٩١٤) ،
وأن كلا منهما كان يعمل مستقلا عن الآخر تمام الاستقلال ،
دون أن يدرى شيئا عما يجريه زميله على الجانب الآخر من المحيط
الاطلنطى . إذ كان أحدهما ، وهو « شارل مارتنى هول »
يجرى تجاربه فى الولايات المتحدة الأمريكية ، والآخر « پول
لوى توسان إيرو » فى فرنسا . وفى عام ١٨٨٦ أعلن كل منهما
اكتشافه لطريقة التحليل الكهربى المباشرة ، وهى الطريقة
التي ظلت تستخدم من ذلك الحين حتى وقتنا الحالى لاستخلاص
الألومنيوم . ولقد نجحت هذه الطريقة منذ أول استخدامها
نجاحا تاما ، إذ أمكن بواسطتها إنتاج الألومنيوم بسعر اقتصادى
لا تنافسه الطرق الكيموية ، مما اضطر آخر مصنع فى الولايات
المتحدة لإنتاج الألومنيوم بالطرق الكيموية إلى غلق أبوابه
عام ١٨٩١ .

ولقد كان « شارل هول » طالبا فى كلية أورلين بولاية
أوهايد عندما تحقق من وجود الألومنيوم فى الطّفل ، وكان
متاكدا من أنه أكثر المعادن وجودا فى القشرة الأرضية ، وعلى

ذلك شرع في العمل لإنتاجه بكميات كبيرة . وأنشأ بمعمله الخاص في حظيرة خشبية ملحقة بمنزله ، حيث صهر بعض «الكريوليت» في وطاء صغير وأذاب مقدارا من أكسيد الألومنيوم فيه وكان الشاب « هول » على علم بنجاح سير همفري دافى في إنتاج الصوديوم والبوتاسيوم بالتحليل الكهربى للأملح الفلزية ، فرر تيارا كهريا مستمرا خلال المحلول ، وكان سروره بالغا عندما وجد أن أكسيد الألومنيوم قد انفصل إلى أكسجين وألومنيوم فلزى .

وفي نفس الوقت أدى « بول إيرو » نفس التجربة في فرنسا ، وبذلك اكتشفا هذه الطريقة الاقتصادية لإنتاج الألومنيوم دون أن يعلم أحدهما ما يؤديه الآخر . ولقد تم إنتاج الألومنيوم بهذه الطريقة يوم ٢٣ فبراير عام ١٨٨٦ الذى يعتبر تاريخ بداية صناعة الألومنيوم ، ومنذ ذلك اليوم أطلق على هذه الطريقة اسم طريقة « هول — إيرو » .



وتتعد أهمية هذه الطريقة على عاملين مهمين ، أولهما — كما أسلفنا القول — استعمال محلول تحليل كهربى « الكتروليت » يتكون من الألومينا مذابة في الكريوليت المنصهر ، والعامل

الثانى : هو استعمال هذا الكريوليت المنصهر ، دون أية مادة أخرى . فما هى قصة الكريوليت ؟

يوجد المصدر التجارى الوحيد للكريوليت بمنطقة ايفجت على شاطئ جزيرة جرينلد الغربى . وكلمة « كريوليت » يونانية معناها « الصقيع » و « الحجر » وسمى كذلك لشبهه بالجليد . والكريوليت يتكون كيمويا من فلوريد ثنائى من الألومنيوم والصوديوم .

ولقد ظل الكريوليت الطبيعى المستورد من جزيرة جرينلد هو المادة المستعملة حتى نشوب الحرب العالمية الثانية . ومن الطريف أن وجود الكريوليت فى جزيرة جرينلد كان من العوامل الهامة التى دفعت الحلفاء إلى التبعيل باحتلال هذه الجزيرة فى مستهل هذه الحرب العالمية ، وذلك حتى يحرم الألمان من الحصول على هذه المادة الهامة فيتعرقل إنتاجهم للألومنيوم وبالتالي تتوقف صناعة الطائرات الألمانية ، ولكن اتضح بعد ذلك أن الألمان كانوا قد أعدوا لهذا الاحتمال عدته ، فأتجوا احتياجاتهم من الكريوليت بطريقة صناعية . ومعظم الكريوليت الذى يستعمل حاليا لإذابة الألومينا يحضر اصطناعيا ، وذلك لارتفاع سعر الكريوليت الطبيعى وصعوبة استيراده .

والكربوليت استعمالات أخرى علاوة على استعماله في صناعة الألومنيوم . فيستعمل في صناعة المينا التي تكسى بها الأدوات المصنوعة من الحديد والصلب ، وفي صناعة الزجاج الأبيض واللامع ، كما يستعمل مادة مازلة كهربياً ومبيدا للحشرات ولتنظيف سطوح المعادن وبجانب هذا فهو مصدر هام للفلور . ويمكن القول من الناحية الصناعية أن الخطوات التفصيلية لأسلوب « إيرو » في فرنسا حسنت من أسلوب « هول » تحسينا اقتصاديا كبيرا . وأتحت الألومنيوم في أوانة ليعنى باحتياجات صناعة الطائرات .

ولقد شغلت « خلايا » إيرو لأول مرة تجاريا عام ١٨٨٧ في نويها وزن بسويسرا بوساطة الشركة المبتالرجية السويسرية ، وبعد ذلك بزم من قصر أنشأ « يشيني » مصنعا في مدينة فروج بفرنسا . وبدأ الإنتاج لأول مرة في الولايات المتحدة عام ١٨٨٨ ، وفي إنجلترا عام ١٨٩٦ ، وإن ظلت صناعة الألومنيوم السويسرية هي المنتج الرئيسى للمعدن خلال أعوام طويلة . ولقد استعمل الألومنيوم في صنع موصلات الخطوط التليفونية عام ١٨٩٦ بشيكاغو ، وفي صنع بعض قوارب الطور بيد ، وكذلك في صنع الأواني والصحاف ومعدات الطهى . ولم يكند

يحل عام ١٩١٤ حتى كان هناك حوالى ١٠٠٠ فرن كهربى لإنتاج الألمونيوم بالعالم .

ويكفى للدلالة على الثورة الصناعية التى أحدثتها طريقة « هول — إيرو » أن نشير إلى أن إنتاج الألمونيوم فى العالم عام ١٨٥٠ كان بضع مئات من الأرتال فحسب ، وبلغ هذا الإنتاج العالمى عام ١٨٧٥ ، طنين ونصف طن ، ثم قفز إلى ٧٣٠٠ طن عام ١٩٠٠ ، ووصل الإنتاج إلى حوالى ١٥٠٠٠٠ طن فى ختام عام ١٩١٨ ، وبلغ نصف مليون طن تقريباً فى نهاية عام ١٩٤١ .

* * *

سنرى فى الفصول القادمة أن الألمونيوم قد احتل مكانته التى يتبوأها بفضل سبائكته التى تتميز بخواص ميكانيكية أفضل بكثير من خواص المعدن النقي . ونذكر بالذات سبيكة من أشهر سبائك الألمونيوم وأكثرها استعمالاً فى الأغراض الإنشائية ، ونعنى سبيكة « الدور ألومين » .

ولقد لعبت المصادفة دورها فى اكتشاف هذه السبيكة ، إذ حدث عام ١٩٠٦ أن كان العالم الألمانى دكتور ألفريد فيلم يقوم بعمل بحث على سبيكة من الألمونيوم تحتوى على النحاس

والمنزويوم ، وذلك برفع درجة حرارتها إلى حد معين ثم اختبارها بعد سقيتها في الماء مباشرة ، وذلك لمعرفة مدى تأثير المعادن المضافة إلى الألومنيوم على درجة متانة السبيكة عند معاملتها بهذه الكيفية . وذات يوم أجرى هذا العالم إحدى تجاربه على عينة مأخوذة من هذه السبيكة ، وسجل البيانات التي يريدونها . وبعد بضعة أيام داخله الشك في دقة البيانات التي دونها فأطاد التجربة على نفس عينة الاختبار . وكانت دهشته بالغة عندما لاحظ ازديادا ملحوظا في متانة السبيكة ، فأجرى عدة تجارب أخرى إلى أن تحقق من صحة الظاهرة التي لاحظها ، وهي ازدياد متانتها بعد مضي بعض الوقت . وأصبحت تعرف هذه الظاهرة بعد ذلك باسم « التصلد بالإزمان » ، واستخدمت على نطاق واسع بمثابة أسلوب أساسي لتقوية الألومنيوم وكثير من المعادن الأخرى .

وفي عام ١٩٠٩ قدم دكتور فيلم تاج بحوئه إلى شركة تشتغل بإنتاج الألومنيوم في مدينة دورين بألمانيا بقصد استغلالها . ورحبت الشركة ترحيباً كبيراً بهذه السبيكة الجديدة عظيمة المتانة ، وأطلقت على إنتاجها من سبائك الألومنيوم المعالجة بطريقة دكتور فيلم الاسم التجاري « دور ألومين » ، وهو

اختصار لكل من إمبى مدينة دورين والمعدن الرئيسى
فى السبيكة . وما لبث هذا الإسم أن أصبح يطلق بوجه عام
على هذا النوع من سبائك الألومنيوم التى تحتوى على النحاس
والمغنيزيوم . ولا يزال هذا الإسم يطلق على السبائك الحديثة
المحتوية على النحاس والمغنيزيوم ، رغم أنها تحتوى الآن على
معدن ثالث هو المنجنيز .



استخلاص الألمونيوم

استقرضنا في الفصل الخاص بتاريخ استخلاص الألمنيوم الأساليب والنتظورات التي أجريت على هذه الصناعة حتى تبلورت واشتدت على المرحلتين اللتين تستخدمان الآن عالمياً لاستخلاص المعدن من خاماته .

فالمرحلة الأولى هي التخلص من الشوائب الموجودة في الخام ، والحصول على أكسيد الألمنيوم (الألومينا) نقياً .
والمرحلة الثانية هي اختزال أكسيد الألمونيوم الناتج من المرحلة الأولى والحصول بذلك على الألمونيوم الغازي .
وسنتناول الآن بشيء من التفصيل كلا من هاتين المرحلتين :

استخلاص أكسيد الألمونيوم من خامات البوكسايت :

تبدأ العملية الأولى من عمليات معالجة البوكسايت بغسله جيداً للتخلص مما هو عالق به من مواد غريبة ، ثم يجفف ويطحن والغرض من عملية الطحن يتيسر العمليات التالية وجعلها تسير على أتم وجه وأكمله .

ويوضع البوكسايت المطحون بعد ذلك في مستودع تحت ضغط به محلول ساخن من الصودا الكاوية بمقادير تتوقف على التركيب الكيموي للبوكسايت ، وذلك لفترات تتراوح بين ساعتين وبين ثمانى ساعات عند درجة حرارة ١٥٥ مئوية تقريبا وتحت ضغط يتراوح بين ٣٥ و ٥٥ كيلو جرام على السنتمتر المربع . ومن خواص الصودا الكاوية أنها تتفاعل مع أكسيد الألومنيوم ، في حين أنها لا تكاد تتفاعل مع المواد الأخرى التي يتركب منها البوكسايت ، فينتج عن ذلك ألومنيات الصوديوم ، وهو مركب سهل الذوبان في الماء فنحصل على محلول ألومنيات الصوديوم . أما مواد خام البوكسايت الأخرى فتترسب . وبذلك إذا أجرى ترشيح لمحتويات المستودع يمكن التخلص من الرواسب ، أى من شوائب البوكسايت .

والخطوة التالية من خطوات هذه المرحلة الأولى هي إضافة كمية من بلورات إيدرات الألومنيوم (تكون ناتجة من عملية إنتاج سابقة) إلى محلول ألومنيات الصوديوم ، لتكون هذه البلورات بمثابة بنور أو نويات بذرة . ويقرب المحلول جيداً ثم يترك ليبرد تدريجياً ، فتترسب إيدرات الألومنيوم الموجودة به على هيئة بلورات .

وبإجراء عملية ترشيح نحصل على إيدرات الألومنيوم التي
تفصل بعد ذلك جيداً ثم توضع في فرن تكليس تبلغ درجة
حرارته حوالي ١٠٠٠ مئوية إلى أن يتبخر الماء المتحد كيميائياً
في إيدرات الألومنيوم ، ويتبقى أكسيد الألومنيوم الذي يكون
على درجة كبيرة من النقاء .

إزالة أكسيد الألومنيوم :

كان طبيعياً أن يتجه العلماء إلى طريقة التحليل الكهربائي
للحصول على الألومنيوم الفلز من أكسيده ، وذلك لأن
هذه الطريقة نجحت في حالات استخلاص معادن أخرى
كثيرة نجاحاً تاماً . ولم يكن الأمر يتطلب أكثر من إذابة
أكسيد المعدن المراد اختزاله في حمض مخفف ، فينتج محلول
مائي به ملح من أملاح المعدن . وبتمرير تيار كهربائي في المحلول
ينفصل المعدن عن ملحه ويترسب .

ولكن لم تنجح هذه الطريقة في حالة استخلاص الألومنيوم ،
لأن هذا المعدن أكثر شراهة من الأيدروجين للاتحاد
بالأكسجين ، فإذا مر تيار كهربائي في المحلول ، وانفصل

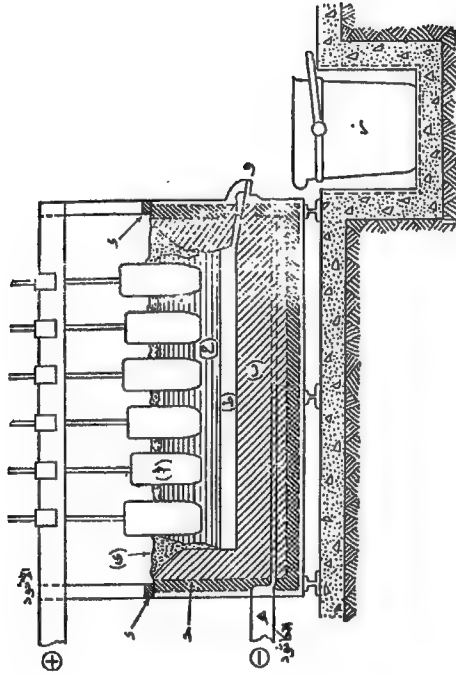
الألومنيوم عن ملحه فإنه يتحد فوراً مع الأكسجين الموجود
بماء المحلول مكوناً أكسيد ألومنيوم ثانية ، وبذلك لا نحصل
على أية نتيجة .

والانتصار الحقيقي لكل من « هول » و « إيرد » — انظر
الفصل التاريخي — هو أنهما استنتجا أنه يلزم لنجاح عملية
الاختزال بهذه الطريقة وجود مذيب مناسب غير الحمض المخفف .
لإذابة الأكسيد المراد اختزاله . وكان هدفهما التوصل إلى مذيب
تتوافر فيه الشروط التالية :

١ — أن تكون درجة حرارة انصهاره غير مرتفعة نسبياً .
٢ — أن يكون قادراً على إذابة كميات كبيرة من
أكسيد الألومنيوم .

٣ — أن لا يتفاعل مع المعدن المستخلص .
٤ — أن تكون مقاومته للتحلل الكهربائي أعلى من
مقاومة الأكسيد .

٥ — أن يكون وزنه النوعي بحيث يطفو فوق المعدن
المستخلص ، وبذلك يعمل على حمايته من التأكسد بأكسجين الجو .
وبعد تجارب وبحوث شتى توصل كل من تشارل هول
في أمريكا وبول إيرو في فرنسا « في وقت واحد كما رأينا



(شكل ١)

خلاية تحليل كهربائي لاستخلاص الألومنيوم :

- (١) أنودات كربونية (ب) بطانة كربونية
- (٢) مادة حاملة كهرلي (ج) لوحة تومبيل كهرلي
- (٣) المعدن (د) الكاثود
- (٤) المعدن (هـ) القطب
- (٥) المعدن (و) المعدن
- (٦) المعدن (ز) المعدن

- (٨) مادة حاملة حراري
- (٩) قطعة المعدن
- (١٠) المعدن
- (١١) المعدن
- (١٢) المعدن
- (١٣) المعدن
- (١٤) المعدن
- (١٥) المعدن
- (١٦) المعدن
- (١٧) المعدن
- (١٨) المعدن
- (١٩) المعدن
- (٢٠) المعدن
- (٢١) المعدن
- (٢٢) المعدن
- (٢٣) المعدن
- (٢٤) المعدن
- (٢٥) المعدن
- (٢٦) المعدن
- (٢٧) المعدن
- (٢٨) المعدن
- (٢٩) المعدن
- (٣٠) المعدن
- (٣١) المعدن
- (٣٢) المعدن
- (٣٣) المعدن
- (٣٤) المعدن
- (٣٥) المعدن
- (٣٦) المعدن
- (٣٧) المعدن
- (٣٨) المعدن
- (٣٩) المعدن
- (٤٠) المعدن
- (٤١) المعدن
- (٤٢) المعدن
- (٤٣) المعدن
- (٤٤) المعدن
- (٤٥) المعدن
- (٤٦) المعدن
- (٤٧) المعدن
- (٤٨) المعدن
- (٤٩) المعدن
- (٥٠) المعدن
- (٥١) المعدن
- (٥٢) المعدن
- (٥٣) المعدن
- (٥٤) المعدن
- (٥٥) المعدن
- (٥٦) المعدن
- (٥٧) المعدن
- (٥٨) المعدن
- (٥٩) المعدن
- (٦٠) المعدن
- (٦١) المعدن
- (٦٢) المعدن
- (٦٣) المعدن
- (٦٤) المعدن
- (٦٥) المعدن
- (٦٦) المعدن
- (٦٧) المعدن
- (٦٨) المعدن
- (٦٩) المعدن
- (٧٠) المعدن
- (٧١) المعدن
- (٧٢) المعدن
- (٧٣) المعدن
- (٧٤) المعدن
- (٧٥) المعدن
- (٧٦) المعدن
- (٧٧) المعدن
- (٧٨) المعدن
- (٧٩) المعدن
- (٨٠) المعدن
- (٨١) المعدن
- (٨٢) المعدن
- (٨٣) المعدن
- (٨٤) المعدن
- (٨٥) المعدن
- (٨٦) المعدن
- (٨٧) المعدن
- (٨٨) المعدن
- (٨٩) المعدن
- (٩٠) المعدن
- (٩١) المعدن
- (٩٢) المعدن
- (٩٣) المعدن
- (٩٤) المعدن
- (٩٥) المعدن
- (٩٦) المعدن
- (٩٧) المعدن
- (٩٨) المعدن
- (٩٩) المعدن
- (١٠٠) المعدن

ودون علم أحدهما يحوث الآخر » إلى اكتشاف أن مادة الكربوليت تنفج بجميع هذه الشروط .



ويستخدم النيار الكهربى فى إبقاء الكربوليت منصهرا ، وكذلك لتحليل أكسيد الألومنيوم للعنصرين المكونين له ، أى الأكسجين والألومنيوم . فعند مرور التيار فى شحنة الخلية يتحلل أكسيد الألومنيوم إلى هذين العنصرين . فينضم الأكسجين إلى الإلكترونات الكربونية عند الأثود «المصعد» ويتفاعل معها منتجا غاز أول أكسيد الكربون الذى يتصاعد من الخلية مسببا فى نفس الوقت تآكل هذه الإلكترونات . وينتج عن انفصال الأكسجين وتولد غاز أول أكسيد الكربون اضطراب يشبه الغليان أو الفوران المستمر فى الحمام ، هو الذى يسبب عدم هبوط أكسيد الألومنيوم إلى قاع الخلية عند إضافته من حين لآخر لاختزاله ، بل يظل معلقا فى الحمام فيذوب فى الكربوليت المنصهر ويختزل على الوجه الصحيح .

أما الألومنيوم المستخلص فينضم إلى الكاثود «المهبط» ، أى إلى طبقة التبطلين الكربونية ثم يتجمع على قاع الخلية إلى أن يسحب منه ويصب فى البواتق ، ومنها يصب المعدن

في قوالب ، ويترك ليبرد . وفي النهاية تنزع كتل الألومنيوم الباردة نسبياً من هذه القوالب وتخزن إلى أن يحين وقت تشكيلها . وعلى هذا ، إذا فحصنا محتويات حمام خلية التحليل الكهربائي في أثناء السير الطبيعي لعملية الاختزال ، نجد طبقة الألومنيوم المنصهرة في أسفل الحمام ، تعلوها طبقة من الكريوليت المنصهر ذائبا فيها الكمية التي يمكنه إذابتها من أكسيد الألومنيوم . ولما كان سطح هذه الطبقة على اتصال مستمر ومباشر بالهواء فإنه يبرد ويتجمد . وعندما يتم اختزال كمية من أكسيد الألومنيوم تغذي الخلية بكمية أخرى منه ، وهكذا .

ويبلغ متوسط الكمية التي تنتجها الخلية الواحدة حوالي ٣٠٠ كيلو جرام من الألومنيوم كل ٢٤ ساعة .

وينتج الطن الواحد من أكسيد الألومنيوم حوالي نصف طن من المعدن . ولما كان كل طن من هذا الأكسيد يستخلص من حوالي طنين من البوكسيت ، فإن كل طن من الألومنيوم يحتاج إلى أربعة أطنان تقريباً من البوكسيت .

تفقية الألومنيوم :

من النادر أن تنتج طريقة « هول — إيرو » في الظروف

المعادية معدنا يحتوى على أكثر من ٩٩.٧ في المائة من الألومنيوم ويكون الباقي من الشوائب التي أغلبها من السليكون والنحاس والمنجنيز والفيتانيوم . ومصدر هذه الشوائب هو حمام التحليل الكهربى ، والألومينا ، والألكتروليتات الكربونية .

ولقد سجل « وليم هوبس » عام ١٩٠١ اختراعا لخلية تستخدم فى تنقية الألومنيوم بالتحليل الكهربى باستعمال محلول تحليل ملحى مصهور . ولا تكاد تختلف الخلية ذاتها ، والبطانة والالكتروليتات ، عن تصميم خلية استخلاص الألومنيوم ، غير أن السمة المميزة لها هى الطبقات الثلاث التى يتكون منها الحمام . فيوجد فى القاع الألومنيوم غير النقى الذى يكون الأنود ، يعلوه الحمام الملحى المنصهر ، وتطفو فوقه الطبقة الكاثودية التى تتكون من الألومنيوم النقى ، ويؤخذ هذا الألومنيوم النقى من حين لآخر بواسطة بواتق « مفارف » من الجرافيت لتجنب تلوث المعدن . ويتكون الحمام للملح من الكريوليت « بنسبة ٣٠ فى المائة » ، وفلوريد الألومنيوم « ٣٦٪ » ، وفلوريد الباريوم « ١٨٪ » ، وفلوريد الكلسيوم « ١٦٪ » ، ويراعى فى هذا التكوين أن يكون وزنه النوعى وسطا بين الألومنيوم غير النقى وبين الألومنيوم النقى .

ويحتوى المعدن للنتج فى العادة على ٩٩ر٨ فى المائة من
الألومنيوم ، إلا أنه من الممكن إنتاج معدن تصل درجة نقاوته
إلى ٩٩ر٩٩٦ فى المائة .

ومما يجدر ذكره ، أن كميات المعدن بالغ النقاء المستعملة
تجاريا ضئيلة جداً ، ويكاد يقتصر استعمالها على الأغراض العملية .
أما الأغلبية الغالبة من المعدن فتستعمل على هيئة الألومنيوم تقى
« تجاريا » أو على هيئة سبائك الألومنيوم ، وهذه السبائك
هى التى جعلت الألومنيوم يحل مكاتته للمكينة فى عالم الصناعة .



الأنثروبوم والطيران

من شك أن صناعة الطيران قد قطعت شوطاً بعيداً ليس مذهلاً منذ أن تساءل كاتب علمي في بداية القرن الثامن عشر « هل هناك شيء أكثر حقاً من الرغبة في ركوب الهواء والعموم فيه ؟ » ، ومنذ كان رجال الدين يقولون « لو أراد الله لنا أن نطير لأعطانا أجنحة » ، إلى ما نراه اليوم من طائرات تزيد سرعاتها عن ضعف وثلاثة أضعاف الصوت ، وطائرات « الهليكوبتر » التي تهوم وتحط في الحقول والميادين والملاعب وفوق أسطح المنازل ، والطائرات ذات المراوح القابلة للإمالة مما يسمح لها بالهبوط أو الارتفاع الرأسى ثم الانطلاق بعد أن تعود مرواحها إلى الوضع الطبيعي للطيران . ناهيك عن الصواريخ والأقمار الصناعية وسفن الفضاء ، وما لا ندرى بعد !

يبد أنه كانت هناك حقيقة واضحة دائماً ومحيرة للعقول ، وهي طيران الطيور ، والتي أدت إلى التساؤل عن كيفية طيرانها وعن السبب في عدم استطاعة الإنسان أن يحاكيها . وكان الإنسان يعتقد اعتقاداً راسخاً كامناً في أعماق عقله أنه سيطر يوماً ما ،

وكان يحوم في أحلامه طائرا ومخلقا ، كما كانت تروى له الأساطير
قصصاً عن أشخاص عاديين وغير عاديين كانوا يسافرون عبر
الهواء ، وكان يخالجه شعور بأنه لو استطاع الحصول على «البساط
السحري» أو اكتشاف سر الطيران فإنه سيحقق أعظم وأروع
حلم لهجت به نفسه منذ أقدم العصور .

ولسنا بصدد سرد قصة الطيران ، فهذه قصة أخرى مشوقة
ليس مجالها هذا الكتاب . ولكن الواقع هو أن الفضل في تطور
الطيران يرجع إلى عاملين هامين كل الأهمية ، هما الألومنيوم
ومحرك البنزين .

ولعلنا نظن أن فكرة استخدام المعادن في الطيران حديثة
نسبياً ، ولكن الواقع غير ذلك ، فلقد قال (فرانكيسكو
دى لانا) في نشرة كتبها عام ١٦٧٠ ، أن في إمكان كرات
معدنية مجوفة ومفرغة تماماً من الهواء أن ترفع سفينة وتستبقها
في الجو ، لأن الكرات ستكون حينئذ أخف من الهواء الذي
يحيط بها . ورغم أن (دى لانا) كان على خطأ لأن التفريغ
الكامل كان سيؤدي إلى تحطيم الكرات إذا كانت مصنوعة
من معدن رقيق السمك أو أنها ستكون أثقل من الهواء إذا
كانت مميكة الجدران ، إلا أنه كان على شيء من الصواب

فى فكرته الاساسية ، وهى جعل سفينة الهواء أخف من
الهواء المحيط بها .

وكانت تستخدم فى محاولات الطيران الأولى خلال القرنين
الثامن عشر والتاسع عشر بالونات خفيفة محكمة ضد الهواء .
من ذلك ، استخدم الأخوين الفرنسيين (موتحولففيه) غاز
الأيديروجين الأخف عدة مرات من الهواء فى رفع سفينة هواء ،
أن الغاز كان يتسرب من البالونات الورقية التى استعمالها فى
إجراء تجاربها . ولكن هذا لم يفت فى عضد الأخوين ، إذ تمكنا
فى عام ١٧٨٣ من إطلاق بالون يحمل الكونت (دارلند)
وصديقه (دى روزيه) متغلبا على الريح القوية . ولقد تمكن
الصديقان من المبوط بالبالون فى الريف الفسيح على مسافة ثمانية
كيلو مترات من نقطة الابتداء .

وتتالت بعد ذلك محاولات استخدام البالونات فى الطيران ،
واهتم العسكريون بدراسة البالون أملا فى إضافة سلاح جديد
إلى أسلحة الحرب . واستخدم البالون فى قذف القنابل من الجو
عندما أرسل الفرنسيون عام ١٨٤٩ عشرات من بالونات الهواء
الساخن خالية من المرشدين وعجلة بالقنابل إلى معاء فينسيا التى
كانت وقتئذ تحت سيطرة النمسا .

ولكن البالونات غير المزودة بالمحركات أو أجهزة القيادة كانت إلى حد عظيم تحت رحمة الرياح مما جعلها عديمة الجدوى في هذا المجال . ومع ذلك فقد ظلت البالونات تستخدم في الأغراض الحربية حتى الأزمنة الحديثة . فاستعملت البالونات المقيدة في الحرب العالمية الأولى على نطاق واسع لمراقبة المدفعية وللتصوير الجوي ، ولكن القليل من المراقبين الذين كانوا يستقلونها عاد حياً لأنه كان من اليسير اصطياذ هذه الأهداف الكبيرة القابلة للاشتعال . وتجدد استخدامهما في الحرب العالمية الثانية بمثابة حواجز تعوق طائرات العدو التي تحلق على ارتفاع منخفض .



وكانت فكرة سفينة الهواء القابلة للتوجيه تراود عقول المخترعين والطيارين منذ بداية السيطرة على الهواء . ولكن العقبة التي كانت تحول دون تحقيق ذلك هي عدم توافر محرك آلي مناسب . إذ لم يكن لدى مخترعي سفن الهواء سوى محرك آلي واحد هو المحرك البخاري ، الذي ثبت أنه كبير الوزن بالنسبة لأدائه . وجربت إجماعتان من المخترعين الفرنسيين في عامي ١٨٨٣ و ١٨٨٥ الدفع الكهربائي باستخدام البطاريات ،

كما استعمل الألماني « بول هافيلين » محركين فليزين . ولكن هذه المحاولات جميعها كانت عديمة الجدوى .

وإذا كان الفضل في تطور صناعة الطيران يرجع إلى محرك البنزين والآلونيوم ، فإن محرك البنزين وحده لم يحقق فكرة الطيران المأمون . فلقد استعمل المهندس الألماني دكتور « ولفيرت » حوالي عام ١٨٩٠ محركاً بقوة ١٠ أحصنة في سفينة الهوائية الصغيرة ، واستخدمها في القيام بعدة رحلات قصيرة أثناء إقامة معرض برلين الصناعي عام ١٨٩٦ . وبعد عام بدأ في التحليق ثانية من ساحة الاستعراضات بمدينة تيمبلهوف بالقرب من برلين ، ولكن السفينة انفجرت في الجو مما أدى إلى مصرع كل من « ولفيرت » ومساعدته .



والواقع أن الفضل النهائي للتمكن من الطيران المأمون يرجع إلى استخدام الألومنيوم وسبائك في بناء هياكل سفن الهواء . ورغم أن المحاولات الأولى كانت سيئة الحظ إلا أن ذلك لم ينبط من همم المخترعين وعلماء المعادن فواصلوا محاولاتهم وبحوثهم في صبر وجلد .

فلقد نجح « دافيد شوارز » بمساعدة إخصائي معادن من

وستفاليا في بناء سفينة هواء هيكلها مصنوع من الألومنيوم .
وعندما تلقى شوارز برقية تنبئه بأن سفينته قد أصبحت جاهزة
للمصعودات من فرحته البالغة بالنبا ، فواصلت أزملة أعماله ،
وارتفعت السفينة الهوائية ذات الهيكل الألومنيومي والمزودة
بمحرك قدرة ١٨ حصان في نوفمبر عام ١٨٩٧ يقودها صانع
أقفال . ولقد حدث لسوء الحظ أنه بعد بضع دقائق من طيران
السفينة أن انزلقت سيور قفل الحركة إلى مروحة الدفع ،
وأصبحت السفينة تحت رحمة الرياح القوية ، ولكن قائدها لم
يصب بأي أذى .

وكان من بين الذين راقبوا هذا الصعود ضابط ألماني هو
الكونت « فرديناند زبلن » الذي صمم على بناء سفينة هواء
صالحة مهما كلفه ذلك من جهود وأموال . وكان « زبلن »
يعتقد أن سفينة الهواء لن تطير بنجاح إلا إذا كانت كبيرة
بدرجة كافية . وكان تصميمه الأول الذي أعده عام ١٨٩٥
يتكون من قاطرة آلية . يمكن توجيهها وتسحب خلفها عدة
مقطورات ، ولكنه عاد فيما بعد إلى تصميم سفينة هواء مفردة .
وصعد فوق بحيرة كونستانس في يوليو عام ١٩٠٠ على
منطاده الأول الذي سماه « زبلن » والذي كان طوله يبلغ حوالي

١٤٠ مترا . وحطمت هذه السفينة الهوائية كل أرقام السرعات القياسية السابقة ، وأثار « سيجار السماء » — كما سمى وقتئذ — حماساً منقطع النظير بين الناس حينما ظهر في رحلته . وبنى زبلن بعد ذلك عدداً آخر من سفن الهواء ، الواحدة منها أكبر من سابقتها . ولكن حدثت عام ١٩٠٨ كارثة مروعة لسفينته الخامسة ، إذ شبت فيها النيران وتحطمت مع خسارة فادحة في الأرواح .

ومع ذلك فقد ثبت بصورة قاطعة أن تصميم الكونت زبلن هو التصميم المثالي الذي يجب الأخذ به . ذلك أن هياكل سفن زبلن كانت مصنوعة من الألومنيوم الخفيف والمتين ، وكانت ذات أطوال تبلغ المئات من الأمتار . وقسم جوفها إلى عدة خزانات منفصلة للغاز ، بحيث إذا تلف أحدها وتسرب الغاز منه فإن ذلك لا يؤثر على السفينة بأكملها ، وركب محركاته في عدة شرفات خاصة وضعها خارج « عربة » الركاب الكبيرة ، التي أصبحت في تصميماته التالية جزءاً من الهيكل الألومنيومي .

وبمجرد نشوب الحرب العالمية الأولى وضعت مصانع زبلن تحت الإشراف الحربي ، وحولت كل سفن الهواء الموجودة إلى حاملات قنابل . وتعرضت انجلترا فعلاً خلال العام الأول من تلك

الحرب إلى غاراتها الجوية الأولى . إلا أن خسائر الألمان كانت باهظة في هذا السلاح الحربى .

ومات الكونت زبلن عام ١٩١٧ ، وواصل خليفته دكتور « هوجو إيسكير » بناء سفن هوائية هياكلها من الألومنيوم . وقام دكتور إيسكير بقيادة هذه المناطيد للاردة عبر المحيطات وفوق منطقة القطب الشمالى وحول العالم .

وبعد عشرين عاما من وفاة الكونت زبلن ، حلت بأعظم وأروع مناطيده ، المنطاد « هندنبرج » ، كارثة مروعة عجبت بنهاية السفن الهوائية بمثابة وسيلة من وسائل الانتقال الجوى . كذلك أصيبت أمريكا بشكبات فادحة في هذا المجال ، إذ تحطم كل من منطاد زبلن « شيناندوه » الذى سلمته ألمانيا إليها بمقتضى معاهدة فرساي ، والسفينة الهوائية « أكرون » التابعة لبحرية الولايات المتحدة ، مع خسائر ضخمة فى الأرواح وكانت أسوأ كارثة فى سفن إنجلترا هى التى حلت بالسفينة « ر — ١٠١ » عام ١٩٣٠ ، التى كانت قد بدأت رحلة طيران رسمية إلى الهند ولكنها هبطت فى فرنسا وأبادتها النيران . ومات فى هذا الحادث ٤٨ شخصا حرقاً كان من بينهم وزير شئون الهند البريطانى وأحد مارشالات الجو ومصمم السفينة نفسه .

وكان في كل هذه الحوادث الرهيبة نهاية سفن الهواء .
ولكن في هذه الأثناء كانت قد توطدت مكانة الألومنيون لصنع
هياكل الطائرات وعدد كبير من أجزائها . كذلك كانت الطائرة
قد تطورت بحيث لم يعد هناك مبرر لوجود تلك المركبات الأخف
من الهواء .



تمت في تسعينات القرن التاسع عشر محاولات عديدة لبناء
الطائرات ، من ذلك ما قام به « أونو لينشال » الذي ربط نفسه
بشرائط في طائرته الشراعية المصنوعة من الخيش والخشب
الأبلسكاش ، وجعل تيار الهواء يحمله ويهبط به بلطف من أعلى
تل . إلا أنه في صباح يوم من أيام أغسطس عام ١٨٩٦ هبت ريح
قوية فجائية أثناء طيرانه أدت إلى تحطيم طائرته وإصابته بجراح
مميتة ، وكانت كلماته الأخيرة وهو يسلم الروح : « يجب علينا
التضحية » .

وكان القرن العشرون هو قرن التقدم الحقيقي للطيران .
فعرض الأخوان « رايت » الأمريكان طائرة لهما في فرنسا
عام ١٩٠٨ ، كما عرضا طائرة أخرى على السوولين في الولايات
المتحدة . ولم يكند يمضى زمن قصير حتى كانت الطائرات تبني

وتطير في كل دول العالم تقريباً . ودخل الطيران بعد عام ١٩١٠ في طور جديد ، بعد أن اختمرت في الرؤوس فكرة استخدام الطائرات في عمليات الاستكشاف الحربية وتبين مواقع العدو وقواته . وكان هيكل الطائرة يصنع في أول الأمر من الخشب ويغطى بالخيش أو الكنان ، ولكن وجد أنه من الصعب الاعتماد على الخشب في بناء الطائرات لتغير خواصه باختلاف أنواعه ، ولصعوبة تشكيله بالأشكال والقطاعات المطلوبة ، وضعف تحمله للقوى الكبيرة ، ولأن قابليته لامتصاص الرطوبة تزيد من وزن الطائرة ، وبالتالي تقلل من حمولتها ، كذلك فإن تعرض الخشب للإنكماش والتقلص إذا جف ، ينتج عنه أعوجاج جسم الطائرة وإضعاف وصلاتها .

ولقد مرت صناعة الطائرات بفترة كان الصراع فيها بين استعمال الخشب أو الألومنيوم واضحاً وقوياً . ولكن لم يكن بد من أن تكون الغلبة للألومنيوم وسبائكها لما لها من صفات وخواص ممتازة ، وخاصة سبيكة « الدور ألومين » التي كان ابتكارها بمثابة انتصار حاسم للألومنيوم على أية مادة منافسة أخرى .

وكانت ألمانيا أول دولة تصنع طائرات ذات هياكل وأجسام

من المونيوم ، وذلك خلال الحرب العالمية الأولى ، ثم تلتها الولايات المتحدة الأمريكية التي أنتجت طائرات المونيومية لفل البريد الجوي . واستخدمت فيها محركات « ليبرتي » الشهيرة التي كانت تنتجها بمعدل ١٥٠ محركاً في اليوم الواحد . وكان يستعمل في هذا المحرك ٢٢٥ رطلاً من سبائك الألمونيوم الخفيفة ، تمثل ٢٧٪ من وزن المحرك الكامل الذي كان يزن حوالي ٨٢٥ رطلاً . واستخدمت الطائرات المونيومية أول الأمر في الغارات الاستكشافية ولقذف القنابل على مسافات بعيدة من تقط انطلاقها ، ثم أصبحت جزءاً متكاملًا من الأسلحة الحربية . فاستخدم الطيران في معركة « أمينز » — أغسطس عام ١٩١٨ — بالاشتراك الوثيق مع القوات البرية ، في قذف خطوط العدو الخلفية بالقنابل لتدمير أو تعطيل اتصالاته وفي نفس الوقت تطور الطيران للدنى . فبدأت ألمانيا أولاً بإنشاء خدمة محلية ، ثم تلتها ثلاث شركات بريطانية وشركتان فرنسيتان في استخدام طائرات حربية معدلة إلى طائرات مدنية وباتهاء الحرب العالمية الأولى كان الألمونيوم هو المعدن الأساسى في صناعة الطائرات ، وانتشر استعماله على أوسع نطاق في أوروبا وأمريكا ، وأصبح يستعمل في صنع جسم الطائرة وأجنحتها

ومحركاتها وسطوحها الخلفية واستخدم الألومنيوم كذلك في صنع عدد كبير من معدات أجهزة القيادة . وبدأت الخطوط الجوية في نقل الركاب والبريد حتى بلغ ما قطعته الطائرات عام ١٩٢١ مسافة إجمالية قدرها ٤,٦ مليون كيلومتر . وقام المهندس الألماني « هوجو جونكرز » بالاشتراك مع المصمم الهولندي « أنطون فوكر » في إنتاج طائرات مصنوعة من الألومنيوم ، روعي في تصميمها تلافي الأخطاء السابقة والاستفادة من الخبرة المكتسبة في هندسة الطيران وعلم « الإيرو ديناميكا » . كذلك كان « إيجور سيكورسكي » . الذي هاجر إلى الولايات المتحدة يعمل في نفس الاتجاه منذ عام ١٩٢٤ وبعد بضع سنين ظهرت في أمريكا طائرات تصل سرعتها إلى ٣٢٠ كيلومترا في الساعة ، وسرعان ما أصبح الطيران عملا تجاريا وصناعيا ضخما ومنافسا خطرا للانتقال بوسائل النقل الحديدية والبحرية .

وقصة استخدام الألومنيوم في صناعة الطيران منذ الحرب العالمية الأولى حتى الآن قصة طويلة ومنتشبة . ويمكن أن نسردها هنا الخطوط العريضة لهذا الاستخدام في صناعة الطائرات الأخرى خلافا لطائرات ذات المراوح ومحركات الاحتراق الداخلي فلقد ظهر عام ١٩٥٠ نظامان جديدا لل طيران وللقدره

المحركة ، هما الدفع النفث ، وطائرات الارتقاع الرأسى ، يرجع ظهورها أساسا إلى التطور الفنى خلال الحرب العالمية الثانية . وكانت وزارة الطيران البريطانية قد تعاقدت مع طيار انجليزى هو « فرانك هويتل » بعد أن تلبدت غيوم الحرب عام ١٩٣٩ على بناء طراز تجريبى لمحرك نفث . وفى هذا المحرك يحرق باستمرار زيت وقود رخيص فى غرفة إشعال ، وتدفع الغازات المتولدة ريش توربين وتجعلها تدور . ثم تندفق الغازات الساخنة المضغوطة إلى خارج ماسورة نفثة فى مؤخر الطائرة بسرعة بالغة مما يؤدى إلى دفعها قدما . وطيرت هذه الطائرة التى أطلق عليها الاسم الرمزى « إى - ٢٨ » لأول مرة فى مايو عام ١٩٤١ . وأخذت التطورات تسلكا نمائلا فى ألمانيا ، حيث أغرى المهندس « هاترفون أوهين » مصانع « هنكل » للطائرات ببناء نموذج استعراضى مأخوذ عن تصميماته التى كان قد وضعها عام ١٩٣٦ . وقبل نشوب الحرب بقليل بدىء فى اختيار طائرة من طراز « هنكل » ، فكانت أول طائرة نفثة تطير فى العالم . واستخدمت ألمانيا فى خريف عام ١٩٤٤ عددا من المقاتلات النفثة ذات المحركين بنتها مصانع « ميسرشميت » ، بينما لم تظهر طائرات مصانع جلوستر البريطانية التى صممها « هويتل » إلا متأخرة

جدا بحيث لم تهم بأى دور فوق ميادين القتال . ولم يسكدا يمر بضع سنوات على نهاية الحرب حتى بدأ المحرك النفث فى السيطرة على كل ميادين الطيران العسكرية والمدنية فى كافة الدول . وتزايدت سرعات الطائرات النفثة بخطوات وقفزات سريعة . وفى عام ١٩٤٧ احترقت طائرة نفثة أمريكية الحاجز الصوتى الذى كان الكثير من الخبراء يعتقد فى استحالة اختراقه . ومنذ عام ١٩٥٨ حلت الطائرات النفثة الأمريكية والانجليزية والفرنسية والسوفيتية محل الطائرات المجهزة بالمحركات ذات المكابس على معظم الطرق الجوية عبر القارات .

وفى مجال طائرات « هليكوبتر » ، نجح فريق من المهندسين الألمان عام ١٩٣٨ فى مصانع « فوخ » للطائرات فى بناء طائرة هليكوبتر يمكنها الارتفاع بنفسها والطيران فى الهواء وكانت هذه الطائرة مزودة بمحرك قدره ١٥٠ حصانا ، وبلغت ارتفاعا قدره ٣٨٠٠ مترا . كما بنى الفريق نفسه فى عام ١٩٤٠ نموذجا ثانيا وصل ارتفاعه إلى ٧٨٠٠ مترا ، وكان مزودا بمحرك قدرة ١٠٠٠ حصان . ولقد ظل كل من تصميم وأداء هذه الطائرة غير معروف خارج ألمانيا بسبب الحرب حتى عام ١٩٤٥ وفى الولايات المتحدة ، صمم « إيجور سيكورسكى »

الهليكوبتر « إكس - آر - ٤ » وبنائها للجيش الأمريكي،
متم طيرت طيرانا اختباريا في نهاية عام ١٩٤١ .

ويعتبر الاتحاد السوفيتي الدولة الأكثر استخداما للهليكوبتر
بمثابة طائرة ركاب ، إذ كان لديه عام ١٩٦١ حوالى مائتى خط
منتظم ، وظهرت فائدتها بصفة خاصة فى سييريا حيث تصل بين
مناطق الغايات الكثيفة ، وفى مناطق الاستشفاء بشوطة بحر
القرم والبحر الأسود .

وهناك نوع آخر من الطائرات يبشر بالنجاح هو الطائرة
ذات الأجنحة القابلة للإسالة ، وهى تشبه الطائرات العادية عند
طيرانها إلى الأمام ، ولكن يمكن عند الإقلاع أو الهبوط
إمالة الجناحين للحصول على دفع رأسى .

كذلك تشير المجلات العلمية الأمريكية إلى إنتاج نوع جديد
من الطائرات يمكن إمالة مراوحها على زوايا مختلفة لتناسب
عمليات الحط أو الإرتفاع أو الانطلاق .

ومع كل هذه التحسينات والتطويرات الضخمة فى صناعة
الطيران ، ظل الألومنيوم المعدن الفذ الأول ، وتبارت معاهد
البحوث التابعة للحكومات والمؤسسات والشركات الصناعية فى
إنتاج سبائك جديدة من هذا المعدن لتلبية الاحتياجات المتزايدة

من السرعة والسعة والقدرة والارتفاع . وفي الواقع لم تهتز مكانة الألومنيوم في مجال الطيران إلا بظهور الطائرات التي تزيد سرعتها عن ثلاثة أضعاف سرعة الصوت ، إذ يبدو أن الألومنيوم سينتخلي عن مكانه هنا لمعدن فذ آخر هو التيتانيوم الذي تزايد الاهتمام به ابتداء من النصف الثاني للقرن العشرين ، لذلك يطلق عليه « معدن الغد » :

وعلى أية حال ، فلسنا نعتقد أن الألومنيوم سينتخلي عن مكانته المهيمنة في عالم الطيران بسهولة أو بعد زمن قصير ، ذلك أنه يتوافر فيه وحده من الصفات والمزايا الفنية والاقتصادية اللازمة لصناعة الطائرات ما لم يتوافر في معدن آخر . وسيظل الأمر كذلك مادام الإنسان قائما بالف وألفين وثلاثة آلاف كيلو متر تقطعها في الساعة الواحدة :

الإلخونوم وصناعة السفن

كان من الطبيعي أن يكون الصلب هو المعدن الذي يحل محل الخشب كمادة أساسية لبناء السفن . ولقد أنزلت إلى الماء أول سفينة مصنوعة من الصلب عام ١٨٦٣ ، وبعد عشرة أعوام كان الصلب قد حل تماماً محل الحديد المطروق الذي كان يستعمل قبل ذلك في بناء السفن والكبارى والمحركات . ومنذ عام ١٨٥٦ ، عندما أنتج الصلب بطريقة « بسمر » ، بدأ استعماله يتزايد في مختلف الميادين الهندسية ، كقضبان السكك الحديدية ، والسفن ، والكبارى ، والمحركات ، وآلات الإنتاج ، وآلاف من الأشياء الأخرى .

وكان لتوافر الصلب بمثابة مادة للاستعمال اليومي في نهاية القرن الماضي تأثير ملحوظ على تطور وسائل الانتقال ، إذ لولاه لما أمكن جعل محرك الاحتراق الداخلى أو التوربين البخازى محركات فعالة ، وكلاهما بدأ يلعب دوراً هاماً في دفع السفن منذ ذلك الحين .

ويقترن مع دخول هذه المحركات إلى عالم بناء السفن ،

استعمال الألومنيوم وسبائكها في ذلك المجال ، ولم يكن بد من ذلك ، إذ أن البحث عن أساليب جديدة لزيادة حمولة السفن وسرعتها قد اختلفت الانظار إلى هذا المعدن الذي يتميز بخصائصه الفريدة من حيث المتانة وخفة الوزن .

ويرجع استعمال سبائك الألومنيوم في الصناعات البحرية إلى عام ١٨٩١ ، إذ بدى في استعمالها لصنع هياكل السفن الخفيفة وبعض أجزائها العلوية على نطاق محدود . وأقدمت الحكومة الفرنسية عام ١٨٩٥ على بناء بعض قوارب الطوربيد استعملت فيها سبائك الألومنيوم بتوسع كبير . ولكن سبائك الألومنيوم المتاحة في ذلك الحين كان يعيبها أنها ضعيفة المقاومة للتآكل ، فتردد كثير من شركات بناء السفن في استعمالها حتى نشوب الحرب العالمية الأولى وفي أثنائها ، حيث لقي الألومنيوم تعظيماً من السلطات الحربية ومن المصممين ، وإن ظل ذلك في نطاق ضيق يتسم بالتجريب والمغامرة أكثر منه خطة مدروسة ثابتة .

وبعد الحرب العالمية الأولى نصت معاهدة فرساي على ألا تتعدى السفن الحربية والوحدات المساعدة ساعات محدودة ، مثال ذلك نص على ألا تتعدى سفن الجيب ١٠٠٠ طن . وكان هذا فرصة سانحة لاستعمال الألومنيوم وسبائكها في هذا المجال .

ذلك أن الوفر الصغير الذى حققه صنع مئات من أجزاء السفن باستعمال الألومنيوم ساعد فى نهاية الأمر على زيادة سمات السفن زيادة ملحوظة مع استعمال محركات أقوى وأكبر علاوة على إمكان تجهيز هذه السفن بمدافع أضخم وأوسع مدى مما كان منتظرا بمقتضى هذه المعاهدة .

ومنذ حوالى عام ١٩٣٠ تزايد استعمال سبائك الألومنيوم الجديدة تزايدا مطرداً ، حتى أصبحت اليوم تستعمل فى بناء أجزاء هامة مثل أبدان السفن ، وأسطحها ، وقراتها ، ونوافذها ومنافذها ، ومعدات التهوية ، ومعدات النجاة ، والآلات ومعدات الطبخ ، والسلام ، والأبواب وأغطية الفتحات ، علاوة على آلاف من الأجزاء الصغيرة الداخلة فى التركيبات الإنشائية والزخرفية .

ويستغل المهندسون البحريون خاصة مفيدة من خواص سبائك الألومنيوم ، وهى أنها غير مغناطيسية ، لذلك فإنهم يشيدون منها الجزء العلوى من السفينة الذى يشتمل على البوصلة وما يجاورها . وبهذا أصبح هذا الجزء الهام أقل تمراضاً لحطأ الحسب والتوجيه ، وبالتالي أصبح خط سير السفينة أكثر دقة إلى حد كبير . علاوة على الفائدة المباشرة التى تحققت نتيجة

خفة الجزء العلوى ، وهى الزيادة فى ارتفاع مركز الانحراف
وبذلك تزداد السفينة ثباتا واستقراراً .

وتستعمل سبائك الألومنيوم الآن على نطاق واسع فى بناء
أبدان اليخوت ، والقوارب الآلية « اللنشات » ، وقوارب
التجديف ، والصنادل . ولقد دشنت أخيراً إحدى الترسانات
البحرية الأمريكية أكبر صندل حربى فى العالم مصنوع كله من
الألومنيوم . وتسمح خفة وزنه بحمل شحنة تزيد بمقدار ١٤٪ عن
الصنادل المناظرة المصنوعة من الصلب . ومن المتوقع أن يبلغ
نصيب ألواح الألومنيوم عام ١٩٦٥ فى بناء القوارب والسفن
الخفيفة حوالى ٤٠٪ من جملة المواد المستعملة فى ذلك ، وأهمها
الحشب والألياف الزجاجية والروالييت .

وتنشر المجلات العلمية الكثير عن أخبار الألومنيوم فى
الصناعات البحرية والنهرية . من ذلك أن حكومة فاناديا قد اشترت
قوارب عبور « معديات » على هيئة قطاعات أو أقسام ، يمكن
بناؤها وتفكيكها بأقل قدر من العمل المدرب ومن المتيسر
تجميع مجموعة المعدات على هيئة « معدية » تحمل ثقلاً يزيد على
٢٥ طناً ، أو على هيئة « معديتين » تبلغ حمولة كل منهما ١٠ أطنان
والوحدة الأساسية مصنوعة من معبر من سبائك الألومنيوم

للقاومة للصدأ والتآكل . والعبر مقسم إلى عدد من الأقسام
 المحكمة ضد تسرب الماء تجمع على الشاطئ ثم تزلق إلى النهر .
 ومن المنتظر التوسع في استعمال هذه الصنادل والمعديات
 في الأعراض الصناعية والحربية ، من ذلك نقل معدات استخراج
 البترول إلى مناطق بعيدة ، وبمثابة وسيلة مؤقتة لعبور الأنهار
 في الأماكن التي تكون فيها الجسور والكبارى قد دمرت
 أو تحت الإصلاح ، وكوسيلة دائمة لنقل الركاب والعربات
 في الأماكن التي لا تسمح فيها الظروف الجغرافية ببناء الجسور .
 ويكثر الحديث اليوم عن وسيلة انتقال طريفة حقا ، هي
 المركبة البرمائية المحومة . التي تجمع بين السفينة والطائرة .
 وتتلخص الفكرة في هذه المركبة في رفعها عن الماء بحملها
 تسير على وسادة هوائية تشبه إلى حد ما إطارات السيارات ،
 حيث يؤدي التأثير على جميع قاع المركبة المسطح بضغط يبلغ
 حوالي كيلو جرام واحد على السنتيمتر المربع إلى رفعها فوق
 سطح الماء أو الأرض بمقدار يتراوح بين ٣٠ إلى ٥٠ سنتيمترا .
 ويتم ذلك بواسطة عدد من النافورات الهوائية الرأسية .
 ولا مناص من استعمال سبائك الألومنيوم في بناء هيكل
 المركبة وبدنها وأكبر قدر ممكن من أجزائها الإنشائية وقوتها

المحركة . وهذا ما اتجه إليه المصممون فعلا لحفة وزن هذه السبائك وصمودها للقوى الكبيرة التي تتعرض لها المركبة في الرفع الرأسى والدفع الألفى .

ومن أنواع هذه المركبات « الموفر كرافت » التي صممها المهندس الإنجليزى (س . كوكريل) عام ١٩٥٣ ، وعرضها لأول مرة عام ١٩٥٩ . ويشبه النموذج الأول لهذه المركبة طبقا يضاوى الشكل فى منتصفه قمع قصير لدخول الهواء اللازم للمحرك الذى تبلغ قدرته ٤٥٠ حصانا والذى ينتج نافورات الهواء الرأسية علاوة على نافورتين أفقيتين أكبر أبعادا من النافورات الرأسية وتوجدان فى اللؤخرة لدفع المركبة بسرعة تتراوح بين ٢٥ و ٣٠ عقدة . وتزن المركبة حوالى ٤ أطنان وطولها ١٠ أمتار تقريبا ، وبها غرفة تحكم توجد أمام القمع ودفات تشبه النوع المستخدم فى الطائرات .

ولقد أثمرت الإختبارات التى أجريت على هذه المركبة عند الجانب الغربى من بحر اللانش فى صيف عام ١٩٥٩ اهتماما عظيما عندما صعدت إلى الشاطئ وتسلفت النلال الرملية ثم وقفت على الطريق . وكانت إمكانيات هذا الاختراع واضحة من البداية ، فلقد أثبت عبور بحر اللانش أن أمواج البحار المفتوحة ليست

مشكلة بالمرّة وأن المركبة إذا صنعت بحجم ملائم وتحركت بسرعة كافية فإن مشكلة التآرجح الرأسى غير للريح الذى يحدث فى السفن العادية عندما تلعب بها الأمواج سوف تختفى تماما . ويرى المهندسون أن مستقبلا كبيرا ينتظر هذه المركبة فى الدول التى تفتقر إلى سبل اللواصلات ، مثل شمالى كندا ، ووسط استراليا ، وبعض دول أفريقيا ، والهند . وهم يؤكدون أن المركبات الكبيرة من هذا النوع والتى تزن الواحدة منها من ٤٠ إلى ٢٠٠ طن سوف تنقل الركاب والبضائع فوق الصحارى والأنهار وفى المناطق للغامرة بمياه الفيضانات .

وفى نفس الوقت الذى ظهرت فيه « الموفر كرافت » كان مخترع آخر اسمه « كارل ويلاند » يعمل لحسابه فى تصميم مشابه . ولقد تحدث « ويلاند » عن إمكان استخدام الفسكرة فى بناء عابرات ماردة المحيطات تزن الواحدة منها ٣٥٠٠٠ طن وتعبء المحيطات على ارتفاع يبلغ حوالى مترين وبسرعة ٢٦٠ كيلو مترا فى الساعة أو أكثر من ذلك .

ومن تصميمات المركبة البرمائية المحومة « طبق الفاكة الطائرة » للصنوع من الألومنيوم الذى أنتج فعلا ويستعمل فى نقل الموز من المزارع إلى موانئ الشحن فى الدول الإستوائية

ذات الطرق الرديئة. وتستخدم الفرق الطبية في الجيش البريطاني
تقالة « طافية » بمحركي بزين صغيرين لنقل الجرحى دون
اهتزازات تؤلمهم فوق الأرض الحشنة .

ولقد جرب السلاح البحرى الأمريكى فى نهاية عام ١٩٦٤
مركبة برمائية محومة مصنوعة من الألومنيوم ، أطلق عليها اسم
« الميدوسكيمر » ، انطلقت فوق بحيرة إيرى ثم إلى الشاطئ
حاملة بعض جنود البحرية المسلحين . وبدأت المركبة رحلتها من
قطة على بحيرة إيرى تبعد عن الشاطئ بحوالى ٤٠ كيلو مترا
ووصلت إليه بشحنها من البحارة فى أقل من ثلاثين دقيقة ،
مجتازة الحشائط مترا الأخيرة فى حوالى ٤٠ ثانية . ويمكن لهذه
المركبة أن تتحرك بسرعات تصل إلى ١١٠ كيلو مترا فى الساعة .
كيلو مترا فى الساعة . ورغم أن هذه المركبة قد أنتجت للبحرية
الأمريكية فإن الشركة الصانعة تجرى عليها بعض التطويرات
لتصلح للإستعمالين التجارى والحربى .

ويرفع المركبة فوق سطح الأرض أو الماء أربع مراوح
مدارة بالتوربينات ومركبة فى بدن السفينة . وبمجرد استواء
المركبة على الوسادة الهوائية يبدأ تشغيل مروحتي دفع موجودتين
فى مؤخرتها للسير بها إلى الأمام .

وتمتاز هذه المركبة عن صنادل إنزال الجنود بأنها تقلل فترة تعرضهم ليران العدو كما تزيد من عنصر المفاجأة والمباغتة في حالات الغزو . وعلاوة على ذلك فإن المركبة تحط بركابها على الشاطئ ذاته بدلاً من إزالتها في المياه الضحلة مما يعرضهم للتعرق والحالات نفسية ضارة . إلا أنه يؤخذ عليها أنها تسير بسرعة كبيرة عند اقترابها من الشاطئ بحيث لا يستطيع قائدوها تقادي المواضع غير الصالحة .

ولقد أنتجت نفس الشركة الصانعة مركبة الألومنيومية من نوع « الموفر كرافت » عرضتها على المسئولين في شركات استخراج البترول . وهذه المركبة معلقة بدثار من اللطاط لمنع تسرب الوسادة الهوائية ولتخفيف اصطدام المركبة بالعوائق .

ويذكر المهندسون الأمريكيون في استغلال فكرة الوسائد الهوائية في صنع سيارات وقطارات من الألومنيوم . ويدرس حالياً اقتراح صنع أتوبيس من هذا النوع طوله ٩ أمتار ويزن ٥٤ر٤ طناً ويسع ١٦ راكباً و١٥ طناً من البضائع ، يسير فوق المناطق المسطحة المحرومة من الطرق . كما يدرس جماعة من المهندسين في شركة سيارات أمريكية تصميم قطار ألومنيومي من هذا النوع ليسير على وسادة هوائية ممكها حوالى واحد من

الآلف من البوصة فوق قضيب حديدى عادى أو مفرد، وبهذا
ينعدم الاحتكاك تقريباً لأن معدن القطار لا يلامس معدن
القضبان، مما يساعده على بلوغه سرعات تصل إلى ٤٨٠ كيلو مترا
فى الساعة أو أكثر .

إن مجال استخدام الألومنيوم لا تحده حدود ولا تقيد
قيود . وطالما دعمه الباحثون والمهندسون بإنتاج سبائك منه
تبلغ من اللانة والقوة ما يفي باحتياجات الحضارة المتطورة بسرعة
مذهلة ، فإن هذا المعدن سيحتل دائماً مكانة مرموقة فى البر
والبحر والجو .





(شكل ٢) لنس مصنع من الألبوم تبلغ سرعته حوالي ٠٠ كيلو متراً في الساعة .

الألومنيوم والنقل على الطرق

استعمال الألومنيوم في صناعة وسائل النقل على الطرق إلى بداية عهد السيارات . وكما أن سيارات هنرى فورد الأولى لقيت معارضة عنيدة من البعض ، وخصوصا موردى الجياد والحدادين وتجار العلف ، وهم قوم عز عليهم أن يفقدوا الكثير في دولة كان بها في تسعينيات القرن التاسع عشر حوالى ١٨ مليون حصان وبقل تؤدي معظم أعمال النقل التي لم يكن في استطاعة السكك الحديدية القيام بها ، كذلك لقي الألومنيوم منافسة شديدة من المعادن والسبائك الأخرى، وخاصة السبائك الحديدية التي كانت أرخص منه ثمنا وأكثر توافرا في الأسواق . ومع ذلك فقد استعملت مصبوبات « مسبوكات » الألومنيوم على نطاق واسع في صنع الحدافات ، ومبات المحاور الخلفية ، وعلب تروس نقل الحركة ، وأجزاء القوابض « الدبرياج » ، وعلب الزيت ، وأجزاء أخرى عديدة . وفي عام ١٩٠٣ انتجت إحدى الشركات الأمريكية أجسام سياراتها من الألومنيوم . ومن أسباب استعماله في هذه الفترة المبكرة خفة

وزنه بالنسبة لقدرة المحركات ، والقوة المحددة لإطارات العجلات
ومشا كل تصنيع المعادن الأخرى المنافسة له .

وكانت الحرب العالمية الأولى دافعا إلى التوسع في استعمال
الألومنيوم في صناعة وسائل النقل على الطرق الحربية منها
والمدينة ، وذلك بسبب ندرة بعض المعادن والسبائك الأخرى
واستخدامها في صنع المعدات الحربية التي لا تستغنى عن هذه
المعادن . وفي خلال السنوات العشر التي تلت تلك الحرب كانت
تصنع أجزاء عديدة من مركبات النقل من سبائك الألومنيوم
الخفيفة ، ومن هذه الأجزاء أجسام السيارات ، ورؤوس وأغلفة
المشعات « الرادياتور » ، والرفارف ، والدواسات ، وأغطية
العجلات ، واللوحات المعدنية ، والمقابض ، وعجلات القيادة ،
وحواجز الريح ، والأفاريز ، ومئات الأجزاء الأخرى .

ثم بدأ استعمال الألومنيوم في التناقص بعد ذلك مع ازدياد
إنتاج السيارات ومنافسة المعادن والسبائك الأخرى التي زادت
قوة وإصراراً . فنتيجة صناع السيارات إلى استعمال السبائك
الحديدية الرخيصة . واستمر هذا الاتجاه بحيث أصبح متوسط
ما يستعمل من الألومنيوم في صنع السيارات عام ١٩٤٨ حوالى
٨ أرطال . ومع ذلك فإن التقدم في أساليب إنتاج الألومنيوم

جعل لهذا المعدن مزايا اقتصادية في عدة استخدامات . كما أسهمت عدة أساليب تصنيع في خفض سعر الألومنيوم والتوسع في استعماله كذلك فإن الوفرة في استعمال الألومنيوم مقارنا بالمواد الحديدية ساعدت في هذا التوسع إلى حد كبير . وتحتوى سيارات الركوب من طراز ١٩٦٠ حوالى ٦٠ رطلا من الألومنيوم فى المتوسط ، وبعضها يحتوى على ما يقرب من ١٣٠ رطلا . أما سيارات السباق فقد استعملت فيها دائما مقادير كبيرة من الألومنيوم .

والوزن الخفيف لسبائك الألومنيوم ، وكذلك توصيليتها الحرارية العالية ، جعلت منها المادة المفضلة لصنع المحركات المبردة بالهواء . ويستعمل فى إحدى السيارات خفيفة الوزن المزودة بمحرك مبرد بالهواء أكثر من ١٠٠ رطلا من الألومنيوم فى المحرك وحده . وتدخل مصبوبات الألومنيوم فى صنع أجزاء المحركات ، وأهمها أغشية السلندرات ، وعلب المرافق ، ومعظم الأجزاء الإنشائية . ويمكن القول عموما بأن ٨٥٪ بالوزن من الألومنيوم المستعمل فى سيارات الركوب يدخل فى صنع الأجزاء المتحركة ، بينما تمثل الأجزاء الخارجية والزخرفية حوالى ١٥٪ من إجمالى وزن الألومنيوم المستعمل .

وفى المعتاد لا يستعمل فى صنع سيارات النقل الخفيفة مقدار

ما يستعمل من الألومنيوم في صنع سيارات الركوب، وهي تستعمل في المتوسط حوالي ٤٠ رطلا من الأجزاء المصنوعة من الألومنيوم أما لورى النقل الثقيل — وخاصة تلك التي تستعمل في نقل الخضروات واللحوم والأسماك — فيمثل الألومنيوم نسبة كبيرة من معدنها . وقد تحتوي مثل هذه اللواري على حوالي ١٠٠٠ رطلا من الألومنيوم .

وحديثا انتجت إحدى الشركات الكندية لورى نقل للتشغيل الشاق على الأرض غير المستوية صنع جسمه كله من الألومنيوم ويزن هذا الجسم حوالي ٩٠٠٠ رطلا من الألومنيوم حلت محل ٢٠٠٠٩ رطلا من الصلب كانت تستعمل في صنع لورى نقل مماثل ولقد أدى الإقصاص في الوزن الناتج عن استعمال الألومنيوم إلى تحقيق وفر في نواح عديدة ، كإطالة عمر الإطارات ، والإقلال من إجهاد الهيكل « الشاسية » ، وزيادة سرعات التشغيل ، وزيادة عدد الأطنان للنقولة في الساعة ، مما جعل من الممكن في بعض العمليات زيادة الحولة الصافية للعمربة بمقدار خمسة أطنان . وتنتج مصانع السيارات الحربية في بعض الدول إلى إنتاج مجموعة جديدة من اللواري الحربية يستعمل الألومنيوم في جميع أجزائها ، باستثناء معدات نقل الحركة . ورغم أن مكابس « بساتم » الألومنيوم قد استخدمت في

بفض محركات وسائل النقل منذ أعوام عديدة ، إلا أن التحول
الكامل إلى استعمال هذه المكابس الألومنيومية لم يتحقق إلا عام
١٩٥٤ . وكان هذا جزءا من الاتجاه إلى الحصول على سرعات
عالية ومحركات ذات ضغط أعلى وأقوى ، الأمر الذي تيسر
باستخدام مكابس الألومنيوم لما لها من مزايا من حيث خفة
الوزن والتوصيلية الحرارية الجيدة ،

ويتزايد استعمال الألومنيوم في صنع سيارات النقل العام
« الأوتوبيسات » ورغم أن جزءا كبيرا من هياكل هذه
السيارات يصنع من الخشب ، مم تقوى ضلوعها بقطع مصبوبة من
الألومنيوم تثبت في الأركان الخشبية لزيادة متانتها وقوتها ، إلا أن
منتجى هذه السيارات يهتمون الآن بتقليل وزن السيارة الفارغة
عن طريق صنع الجسم كله من ألواح وقطاعات الألومنيوم .

وينفق عدد كبير من شركات صناعة السيارات على أن
الألومنيوم سيلعب دورا هاما في سيارات الغد . ويدعو أن أجسامها
وسقفها ستصنع من الألومنيوم « إذا لم تتفوق عليه لدائن
البلاستيك المقواة » ، وأن محركاتها ستصنع كذلك من الألومنيوم
وسيغزل النسيج اللازم لتنجيد فرش السيارات من « البخر »
المعظم بخيوط من الألومنيوم ، مما يضاف على فرش السيارة
جمالا واحتمالا أطول من المواد الحالية .

ومن الطريف أن المعادن الأخرى ليست هي المنافس الخطر في سيارات المستقبل ، بل يتمثل المنافس الأكبر في اللدائن « البلاستيك » وتقوم شركات اللدائن حالياً بتطوير الصناعات البتروكيميوية الحديثة ، مستهدفة إنتاج مواد وأجسام متينة من اللدائن ، تتحمل الضغط والعمل الشاق ، ولا تتطلب الطلاء بأى دهانات ، علاوة على مناعتها وصمودها للتآكل والبلى . ويقول أنصار اللدائن أن إصلاح أى جزء تالف من هذه المواد الجديدة ، لن يتطلب إلا عملية بسيطة سهلة ، هى صهر وصب جزء جديد مكان الجزء التالف بعد نزعها كما يقولون إن هذا التطور سينعكس على الجزء الداخلى من السيارة ، بحيث تدخل التحسينات الحديثة فى صناعة اللدائن فى مختلف تكوينات هذا الجزء الداخلى ، الذى سيحلى بمنتجات من اللدائن الملونة يسهل تنظيفها والعناية بها وصيانتها ، كما أنها ستساعد كثيراً على تلطيف جو السيارة من الداخل ، وزيادة أسباب الراحة فيها .

ولا بد للألمونيوم أن يواجه هذا المنافس الخطير بما يقدمه لصناعة السيارات من مزايا وفوائد واقتصاديات . وعلى كل ، فالشركات المنتجة للألمونيوم تنظر إلى المستقبل بثقة واطمئنان لما تمده له من مفاجآت وطرائف .

الألومنيوم والسكك الحديدية

مثل شائع مشهور يقول بأنه « إذا كانت الدولة هناك تنشئ السكك الحديدية ، فإن السكك الحديدية هي التي تصنع الدولة » . ولقد لعبت السكك الحديدية خلال القرن التاسع عشر دوراً حاسماً في تطور كثير من الدول، وخاصة الولايات المتحدة الأمريكية ، التي ظلت حتى عام ١٨٣٠ ذات مواصلات قليلة تربط بين أجزائها الشرقية ، حيث الصناعة والتجارة ، والجنوب ، حيث زراعة القطن ، والغرب الأوسط الزراعي ، والساحل الغربي الذي لم يكن قد تطور بعد .

ولقد تميزت سنوات السكك الحديدية الأولى بمضاربات ضخمة ومناورات مالية مفرضة . ففي عام ١٨٤٥ فقد آلاف من البريطانيين أموالهم لمساهمتهم في مشروعات السكك الحديدية ؛ وفي عام ١٨٤٦ أفلست تسع عشرة شركة من إحدى وعشرين شركة في فرنسا ؛ وفي ألمانيا ، حيث افتتح أول خط حديدي بالقرب من « نورمبرج » عام ١٨٣٥ أدت فضيحة في إحدى الشركات الكبرى إلى انتحار « فريدريش ليست » الذي عمل الكثير من أجل تقدم السكك الحديدية .

ولكن النصف الثانى من القرن التاسع عشر كان عصر ازدهار السكك الحديدية فى جميع أنحاء العالم . ويرجع ذلك إلى العدد العديـد من المخترعات والتجديدات والتطويرات التى ساهمت فيها الصناعات المعدنية والهندسية بنصيب كبير . فعلاوة على تحسين صناعة القاطرات والقضبان الحديدية تحسنا منقطع النظير ، ومد آلاف من الخطوط الحديدية على طول البلاد وعرضها فى شبكات هائلة استلزمت إدارتها وصيانتها ابتكار الوسائل الفنية الملائمة ، استعمل « جورج وستنجهاوس » عام ١٨٦٩ الهواء المضغوط لأول مرة على فرامل القطارات ، وهو اختراع بالغ الأهمية لأنه سمح بسرعات أعلى بكثير من ذى قبل ، وابتكرت التمشيكة الآلية عام ١٨٧١ ، ونظام إشارات « البلوكات » عام ١٨٧٤ ، وأول عربة نقل مبردة عام ١٨٧٥ مما سمح بنقل المواد الغذائية القابلة للتلف إلى كافة الأنحاء .

وفى خلال هذا التطور العظيم قام الألونيوم بدوره المرموق فزاد استعماله بالطراد فى صنع عربات الركاب والبضائع وبعض أجزاء القوى المحركة بالقاطرات .

ولا تسكاد تخلو عربة من عربات الركاب التى تبين اليوم من بعض الألونيوم المستعمل فى صنع أجسامها وهياكلها ، وفى

الأجزاء الداخلية والزخرفية ، علاوة على إطارات النوافذ ، وأرفف الحوائط ، ومعدات الإضاءة ، والمقاعد والأثاث الأخرى . ولقد أدى استعمال الألومنيوم إلى إمكان تخفيض تكاليف السفر بالسكك الحديدية ، لما نتج عنه من إقلال أعمال الصيانة الطارئة والدورية، وزيادة سعة العربات، وبناءها في أشكال جذابة وتصميمات مريحة اقتصادية ، ففضلها الكثير على وسائل النقل الأخرى وخاصة في المسافات المتوسطة نسبياً ، حيث تزيد أسعار السفر بالطائرات ولعدم وصولها إلى بعض المدن الهامة ، وحيث يقل الإقبال على السيارات لما تتعرض له من مصاعب وأخطار .

وهناك نوع من عربات السكك الحديدية يستعمل فيه الألومنيوم على نطاق واسع ، هو عربات المستودعات التي تنقل السوائل الأكلة حيث لا يصلح الصلب أو المعادن التجارية الأخرى ولقد بدأ استعمال مستودعات الألومنيوم لأول مرة في العربات الحديدية حوالي عام ١٩٢٨ ، ثم بدأ استعمالها في الانتشار بما استلزم سن القوانين واللوائح ووضع المواصفات التي تكفل استعمالها في سلامة وأمان .

ويبنى معظم هذه المستودعات من ألواح الألومنيوم الملحومة

ويتوقف نوع سبيكة الألومنيوم المستعملة في صنع هذه الألواح على طبيعة السلعة المراد قفلها ، وخصائصها وخواصها الفيزيائية . ومن المواد التي تثقل في هذه المستودعات ، حمض الحليك ، وأملاح النيلون ، والأحماض الدهنية ، والجلسرين ، وحمض الاستياريك ، وحمض النيتريك المركز ، ومحاليل الأممدة الأزوتية . وبعض هذه المواد لا تثقل إلا إذا كانت بتركيزات محددة أو بدرجات معينة من التلوث بالمركبات الأخرى .

كذلك يزايد استعمال الألومنيوم في صنع عربات السكك الحديدية ذات القواديس ، والعربات ذات الثلاثات . وتخضع مثل هذه العربات لاختبارات أداء طويلة المدى قبل إقرار صلاحيتها للاستعمال .



الألومنيوم والصناعات الكهربائية

الألومنيوم في الصناعات الكهربائية منذ حوالي استخدم عام ١٨٩٨ حيث صنع منه خط توصيل عالي الضغط. وفي الولايات المتحدة الكهربائية يصنع أكثر من ٩٠٪ من خطوط نقل القوى الكهربائية على هيئة كبلات من الألومنيوم أو كبلات من الألومنيوم للقوى بالصلب ، وهذه الأخيرة استخدمت عام ١٩٠٩ . كذلك فإن حوالي ٣٠ إلى ٤٠ في المائة من خطوط التوزيع تستعمل فيها موصلات من الألومنيوم . وفي عام ١٩٥٣ أنتجت الصناعات الكهربائية في الولايات المتحدة حوالي ٦٤٤ مليون مكثف كهربائي باستعمال رقائق الألومنيوم .

ويرجع السبب في استعمال سبيكة الألومنيوم التي تحتوي على ٩٩.٤٥ في المائة من الألومنيوم على نطاق واسع إلى انخفاض سعرها وتوصيلتها الكهربائية العالية ، ومقاومتها الميكانيكية للملئة ، ووزنها النوعي المنخفض ، ومقاومتها الممتازة للتآكل . ويستعمل الألومنيوم كذلك في تغليف الكبلات ، سواء الألومنيوم على النقاء أم سبائكه التجارية .

كما يستعمل على نطاق واسع في صنع ملفات المحولات الكهربائية وفي صنع أنواع من الموصلات تصب في الحرسانة لحماية المحولات من الأحوال الزائدة . وتستخدم هذه المحولات في المفاعلات النووية . ومن التطبيقات الإلكترونية التي يستعمل فيها الألومنيوم بصفة أساسية للاستفادة من خصائصه الكهربائية وحيث يكون للوزن أهميته شكل أجهزة الرادار ، والترانزستور ، والأنابيب لموائيات أجهزة التليفزيون ، والعلب لصنع المكثفات وأغطيها ، والتغلفات عالية النقاوة .

ومن الإستعمالات الأخرى للألومنيوم هياكل للمعدات الإلكترونية ، وعلب الأجهزة الكهربائية في الطائرات ، والبطاقات المعدنية ، والاسامير والصواميل بالإضافة إلى ذلك تستعمل أشكال لها زوائد « زعانف » في سند الأجزاء الإلكترونية للتخلص السريع من الحرارة ، كما تستعمل سبيكة الألومنيوم لترسيب معدن السيليونيوم في صناعة المقومات الكهربائية للصناعة من هذا المعدن .

وفي مجال الإضاءة الكهربائية ، الألومنيوم في صنع قواعد « اللببات » ، وللقابس « الفيشات » ، وفي صنع أغطية للصايح للأغراض الزخرفية الجذابة .

وتتفوق رقائق الألومنيوم على جميع للمادن الأخرى فى صنع أقطاب العديد من الأجهزة الكهربية . والتفاصيل الفنية لصنع هذه الأجهزة تخرج عن نطاق هذا الكتاب ، وهى مذكورة بالتفصيل فى الكتب المتخصصة .

ويرجع السبب فى اختيار الألومنيوم وسبائكها لصنع المعدات والأجهزة الكهربية إلى مزاياه العديدة للملأمة : فهو للمدن للفضل لصنع المعدات للمنزلية ، مثل الكانس الكهربية ، وخلاطات الطعام ، والفلات ، تنقلها ربات للنازل باستمرار من مكان إلى آخر ، ومن ثم فوزن للمدن الخفيف يجعل من منتجاتها سلعاً يقبلن عليها ويفضلنها على السلع للمصنوعة من للمادن الأخرى .

كذلك فإن تكاليف تصنيع الألومنيوم للمخفضة ، علاوة على مظهره الجذاب ومقاومته الجيدة للتآكل ، يجعل منه للمدن الاقتصادية للفضل فى كثير من الاستخدامات للمنزلية والمعدات التى لا ينتظر أن يقوم أصحابها بصيانتها باستمرار .

ويستعمل الألومنيوم فى صنع الثلاثات الكهربية لسهولة لحامه ، علاوة على خصائص مفضلة أخرى . فمن السهل لحام أنابيب الألومنيوم على الألواح لإنتاج مبخرات أجهزة التثليج التى تتميز بتوصيلتها الحرارية العالية : وانخفاض تكاليف صنعها .

وعامل هام آخر يرجع كفة الألومنيوم على المعادن التجارية الأخرى هو التنوع الكبير في سبائك وطرق تشطيفها ، كما يمكن إضافة ألوان جذابة عديدة على هذه السبائك ، وهو أمر له أهميته البالغة في معدات تداول الأغذية وحفظها . لذلك تستعمل سبائك الألومنيوم ذات الألوان الطبيعية في صنع أدراج الخضروات بالثلاجات ، وعلب مكعبات الثلج ، والأرفف السلكية .



الألومنيوم والصناعات الكيماوية

يتمثل الألومنيوم في صنع كثير من المستودعات والكتفات وأجهزة التقطير، وملفات التكثيف، والبخارات، والمرشحات، وصواني التبريد. ويضيق النطاق عن حصر استثمارات الألومنيوم في الصناعات الكيماوية، ونكتفي بأن نسوق هنا بعض أمثلة سريعة.

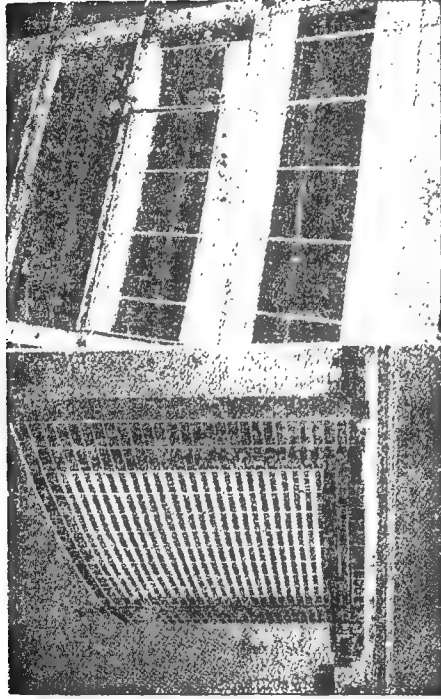
ففي الصناعات البترولية، تصنع بعض سقوف المستودعات الحديدية من الألومنيوم، كما تدهن جدرانها الخارجية بأنواع من الطلاء الألومنيومي، وتستعمل أنابيب ومواسير من الألومنيوم في نقل المنتجات البترولية.

ويقاوم الألومنيوم كل أنواع التآكل التي تحدث في عمليات تصنيع اللطاط، كما أنه يتميز بعدم التصاقه بكل أنواع اللطاط للعروقة.

وفي الطاقة الذرية، يستعمل الألومنيوم في تغليف المعدات تحتوى على اليورانيوم لحمايته من التآكل بالماء، كما أنه فعال في نقل الحرارة من اليورانيوم إلى الماء. وتستخدم مستودعات مصنوعة من الألومنيوم في تخزين الماء الثقيل.

ومن الأمثلة الأخرى لاستخدام الألومنيوم في الصناعات
الكيميائية ، نذكر أجهزة ومعدات الألومنيوم التي تستخدم
في صناعة الإيثير ، والجلسرين ، والصابون ، والشمع ، والحرير
الصناعي ، والسليويد ، والمفرقات ، والكحول ، والروائح
العطرية ، والأصبغ ، والورنيشات ، والمنسوجات .
ويفضل الألومنيوم على الخشب والنحاس في صناعة البيرة ،
وذلك لعدم تأثيره على القدرة الإنتاجية لخلايا الخمائر ، ولأنه
أفضل من الخشب المسامي الذي يصبب تنظيفه ، كما يقال أنه
لا يطفئ بريق هذا المشروب ولا يضيئ عليه مذاقا غير مستساغ .





مبنى إحدى الشركات الصناعية استعمل في تشييده وثابته حوالي ألف طن من الألمونيوم ، أكثر
من نصفها في بناء الواجهة التي تبين الصورة اليمنى كيفية بنائها . واستعمل باقي الألمونيوم في صنع
الأبواب والأسقف والدرازينات والآلات والمعدات الميكانيكية والكهربائية

الألومنيوم والمنشآت الثابتة

استعمال الألومنيوم في المنشآت الثابتة ، مثل المباني والكبارى والأبراج . ويفضل هذا المعدن على غيره من المواد الإنشائية حيث يكون لحفة الوزن أو تكاليف الصيانة الاعتبار الأول .

ومن الأمثلة الكلاسيكية التي تذكر لاستعمال الألومنيوم في الأغراض الإنشائية ، قبة سان جياكينو في روما التي غطيت بألواح من الألومنيوم عام ١٨٩٧ ، وعندما اختبرت بعد أربعين عاما من تركيبها وجد أنها لا تزال سليمة لم تتأثر بعوامل الجو بحيث كان متوسط ما فقدته من سمكها بسبب الصدأ لا يتعدى جزءا من عشرين جزء من المليمتر .

ومن أهم استعمالات الألومنيوم في المباني الريفية بأوروبا وأمريكا ، دخوله في بناء أسقف هذه المباني على هيئة ألواح بموجة أو مقواة بأساليب أخرى .

ويقتصر استعمال الألومنيوم في المباني الصناعية على الأجزاء المعرضة للجو وتغير الطقس ، مثال ذلك جوانب هذه المباني

وأرففها ، كما يستعمل فى صنع إطارات الأبواب والنوافذ ومقابضها . إلا أن استعماله يتزايد فى إنشاء وتغليف بعض جدران المصانع للاستفادة من قدرته على أن يعكس أشعة الشمس ، مما يجعل درجة الحرارة داخل هذه المصانع معتدلة ومحتملة .

وتتحدث المجلات المهارية والإنشائية عن كثير من استعمالات الألومنيوم فى المنازل والمدارس والمستشفيات والمؤسسات التجارية ومباني المكاتب . ولقد أقيم منذ عهد قريب معرض « البيت المثالى » فى لندن ، عرض فيه مهندسان إنجليزيان نموذجا حقيقيا لمسكن يعتقدان أنه سيكون البيت المثالى عام ١٩٨٠ .

فعلاوة على المعدات المنزلية ، مثل أدوات الطهى والغسالات والسكانس ، صنع للمهندسان سطح المنزل العلوى من مادة عازلة مغطاة بصفايح رقيقة من الألومنيوم لتعكس أشعة الشمس ، كما بنى الجدران الخارجية المشتركة بين المنزل للتجاورة من مادة عازلة للصوت وصامدة للحريق وغلفاها بالألومنيوم الرقيق .

وشيدت إحدى شركات الألومنيوم الكبرى فى الولايات المتحدة مبناها الضخم من قطاعات وألواح الألومنيوم بحيث تكون مع الزجاج الهيكل الاساسى لهذا اللبني وجدرانه الخارجية . ومن الرائع حقاً مشاهدة هذا اللبني الشاىخ ليلا عندما تسلط

عليه الأضواء الملونة التي يعكسها بريق الألومنيوم وصفاء الزجاج .
واستبدل بأحجار برج كندرائية السيد المسيح بموترال ،
كندا ، قوالب مصبوبة من الألومنيوم ، عولجت بطريقة خاصة
فأصبحت تماثل أحجار الكندرائية التي لم تستبدل .

ومن المعروف أن مبنى « الامبارستيت » الذي تم بناؤه
عام ١٩٣١ هو أعلى مبنى في العالم إذ يبلغ ارتفاعه اثنين ومائة
طابق . ولقد صنعت قبة ناطحة السحاب هذه من الألومنيوم
الخفيف ، فجاء جمالها مترنا مع روعة اللبني وضخامته .

ويتألق مبنى سكرتيرية الأمم المتحدة بنيويورك الذي أنشئ
عام ١٩٥٠ ، والذي يعد من أحسن المباني المعروفة في
القرن العشرين ، بالزجاج المُزَرَّق والألومنيوم ، فجاء
تصميمه مثالا حياً على الطراز العالمي للعارة .

وقد هلك للمماريون للمهندس الأمريكي « فولار » منذ
أن أنشأ قبة الهندسية التي جاءت نتيجة لبحوث وحسابات
رياضية كثيرة ، وصنمها من هيكل معدني مغلف بالواح من
الألومنيوم الدقيق . ويبلغ ارتفاع القبة الهندسية للمسرح للنشأ
في فورت ورث بمدينة تكساس حوالي عشرين مترا وقطرها
حوالي أربعين مترا ، وأقيمت في سبعة أيام ونصف يوم ،

بما في ذلك غطاؤها الخارجي للصنوع من الألومنيوم .
وليس هذا إلا بعض أمثلة لاستعمال الألومنيوم في الإنشاءات
المعمارية الضخمة ، ولا يعني هذا أن استعماله يقصر على الروائع
المعمارية ، بل تنشأ في الإتحاد السوفيتي وفي الولايات المتحدة
مبانٍ متقلة مصنوعة من الألومنيوم ، يمكن فكها أو تجميعها
في ساعات معدودات ، وتصلح بالأخص للبنوك الفرعية ،
والمدارس المؤقتة ، ومكاتب المقاولين في مواقع العمل ، وغير
ذلك من الإنشاءات الخفيفة .

وأعلنت إحدى الشركات عن « كافتريا » متقلة مصنوعة
من الألومنيوم يمكن إدخالها في صندوق سيارة نقل عادية .
وتركب الوحدة على قضبان داخل سيارة للنقل ، ثم تزلق إلى
الخارج من مؤخرة السيارة . وتحتوي الكافتريا على ستة أقسام
ثلاثة منها معزولة ومزودة بمواقد لتقديم الطعام الساخن ،
والأقسام الثلاثة الباقية تحتوي على الطعام الذي لا يحتاج
إلى تسخين . ويمكن لهذه الوحدة نقل أكثر من ٢٥٠ رطلا
من الطعام ، مع توفر حيز يكفي لنقل كيات أخرى إضافية .

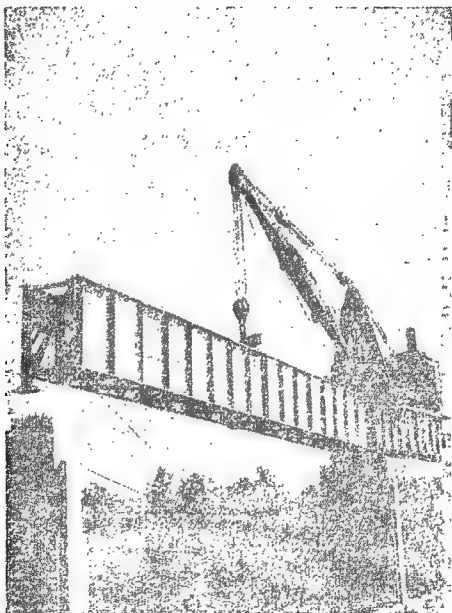
ويستعمل قدر كبير من الألومنيوم في بناء ملحقات
الكبارى ، مثل « الدرازينات » ، وأعمدة الإضاءة ، وأبراج

مراقبة حركة المرور . وتجري بحوث لاستعمال الألومنيوم
في بناء الكبارى الخفيفة والمتقلة . وتم فعلا بناء كبرى
عسكرية متنقلة مصنوعة من الألومنيوم بالجملة ، علاوة على بعض
الكبارى العلوية التي تنشأ فوق الطرق السريعة .

ويتزايد استعمال الألومنيوم في صنع السلام والمشايات
والمنشآت الكهربائية ؛ وكذلك في إنشاء الأوتاش والمعدات
الناقلة الأخرى .

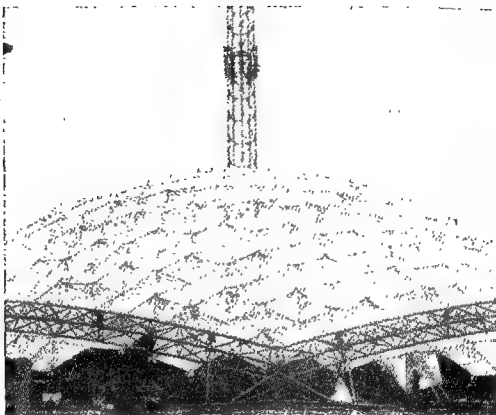
ويطلى كثير من المنشآت المعدنية بمواد دهان أساسها
الألومنيوم . كما استعملت هذه المواد في طلاء منشآت مبنية
بالخرسانة أو غيرها من مواد البناء الأخرى فازدادت بذلك
مقاومتها للتغيرات الجوية . وكسيت جدران عدد كبير من صوامع
القلال الخرسانية بهذا النوع من الطلاء لتصمد للتقلبات الجوية .





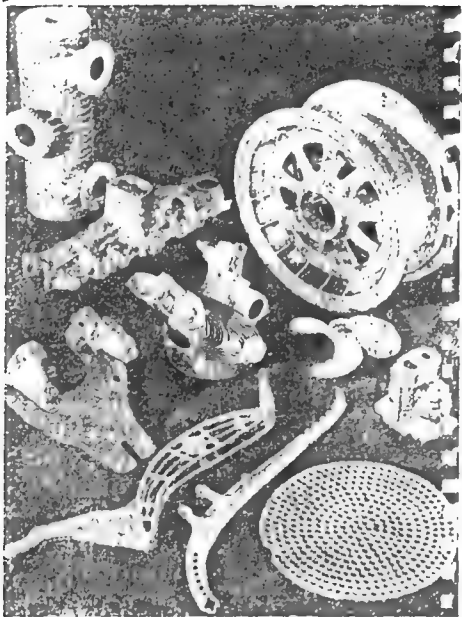
(شكل ٤)

كوبرى مصنوع من سبائك الالومنيوم



(شكل ٥)

أنشئت هذه القبة لمبنى أحد المعارض الدولية من الألمونيوم المغطى بالذهب بطريقة المعاملة الأنودية . ويبلغ قطر القبة حوالى ٧٠ متراً ووزنها ٤٠ طناً تقريباً ، وتمتد على « جالون » من الصلب



(شكل ٦)

مصنوعات مختلفة من الألمنيوم مشككة في قوالب من الرمل .

مصبوبات الألومنيوم

تتضح للزايا الكاملة لاستخدام سبائك الألومنيوم لم في صنع المصبوبات « السبوكات » إلا بعد ابتكار أنواع منها تصلح لعمليات للسبك . ومنذ حوالي عام ١٩١٥ أطررت الزيادة في استخدام مصبوبات سبائك الألومنيوم نتيجة لعدة ظروف ، كالإنخفاض التدريجي في التكاليف ، والتوسع في وسائل النقل الجوي ، علاوة على القوة البافعة للتحسين والتطوير التي أحدثتها الحربان العالميتان الأخيرتان .

ولاستخدام سبائك الألومنيوم في صنع المصبوبات مزايا معينة ، أهمها خفة الوزن بالنسبة للمعادن الأخرى ، وذلك حيث يصلح الألومنيوم ومعدن آخر في غرض معين . فشاكل صهر وصب الألومنيوم مثلاً أقل من مشاكل صب الصلب والحديد الزهر ، حيث أن درجة حرارة انصهار الألومنيوم أقل نسبياً ، كما أن خفة وزنه تقلل من تكاليف شحن ونقل المصبوبات ، وهو عامل هام في اقتصاديات التوريد والاستيراد .

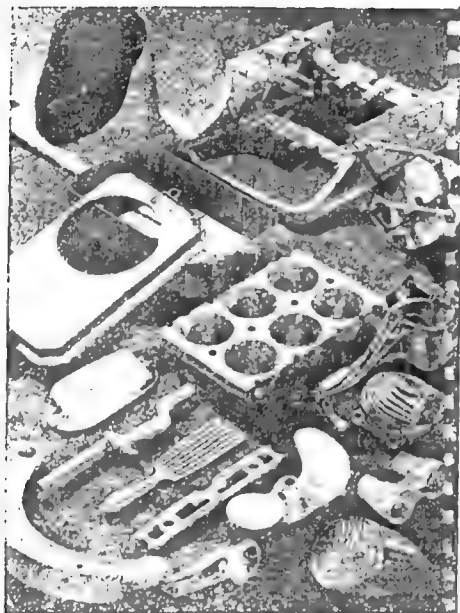
ويمكن صب سبائك الألومنيوم بالطرق المعروفة بالمسابك ، وأهمها الصب في قوالب من الرمل ، وفي قوالب دابة ، وفي قوالب معدنية تحت ضغط .

وفى طريقة الصب فى قوالب رملية ، يصنع القالب من الرمل، الذى تتوقف خواصه على نوع المصبوبات المطلوبة . مثال ذلك يستعمل الرمل دقيق الحبيبات فى صنع المصبوبات الصغيرة ، ويستعمل الرمل الأكثر خشونة نسبياً لعمل المصبوبات الكبيرة . وفى طريقة الصب فى قوالب دائمة ، تصنع القوالب بحيث يمكن تكرار استعمالها مرات عديدة . وتصنع هذه القوالب عادة من الصلب أو الحديد الزهر . وتصب السبيكة المنصهرة فى فجوة القالب صبا عاديا بتأثير ثقلها لتكوين المصبوبة المطلوبة . وتقل تكاليف مصبوبات القوالب الدائمة عن تكاليف مصبوبات الرمل كلما زاد عدد القطع المطلوب انتاجها ، وذلك لأن القالب الرملى يجهز عادة لمصبوبة واحدة فى حين توزع تكاليف تجهيز القالب الدائم على عدد القطع المنتجة فيه .

ويختلف الصلب فى قوالب معدنية تحت ضغط عن الصلب فى قوالب دائمة فى أن المعدن المنصهر يدفع فى القوالب الأولى مع تسليط ضغط عليه . ويمتاز الصلب فى القوالب المعدنية تحت ضغط يمكن الحصول على معدلات انتاج عالية ، والدقة الكبيرة فى مقاسات المصبوبات المنتجة ، وإنتاج المصبوبات الصغيرة ذات الجدران الرقيقة .

ونشارك طريقة الصب في قوالب دائمة مع طريقة الصب في قوالب معدنية تحت ضغط في إنتاج مصبوبات عديدة ، إذ يمكن استخدام أى من الطريقتين في إنتاجها . وهناك بعض مصبوبات يشيع إنتاجها بطريقة القوالب الدائمة ، نذكر منها أجزاء السيارات مثل الأجزاء الكهربية وأغطية « الكاربرتر » ، وكذلك عاب المرافق للدراجات البخارية ، وقواعد المصابيح الكهربية المستخدمة في المناجم ، ومغاليق الأبواب ، وإطارات آلات التصوير ، وأجزاء الساعات ، وأجزاء من المعدات المنزلية ، مثل المكائس الكهربية والفصالات ، وبعض أجزاء أجهزة الراديو والتليفزيون .

وتنتج معظم مكابس « بساتم » السيارات والطائرات بطريقة القوالب الدائمة . ولقد بدأ استعمال المكابس المنتجة بهذه الطريقة حوالى عام ١٩١٣ ، عندما قامت بعض شركات السيارات البلجيكية والفرنسية بإنتاجها لسيارات السباق ، ولدى حدى لسيارات الركوب . وبشوب الحرب العالمية الأولى استخدمت المكابس الألومنيومية المنتجة في قوالب دائمة على نطاق واسع في محركات الطائرات . ولم يكبد يحل عام ١٩٢٤ حتى كانت معظم مكابس السيارات تنتج بهذه الطريقة .



(شكل ٦)

مصبوبات مختلفة من الألمنيوم مشكلة في قوالب من الرمل

تشكيل الألومنيوم وتبائكه

درفلة الألومنيوم :

بهذا الأسلوب أشكال وقطاعات عديدة ، منها الألواح
والرقائق واللواشير والقضبان المستديرة أو المربعة ،
وعلى هيئة قطاعات مختلفة أخرى . وتستعمل درافيل اسطوانية
تشكل بها عمرات لإنتاج القضبان والقطاعات الإنشائية المختلفة ،
في حين تستخدم درافيل اسطوانية مستقيمة لتشكيل الألواح
والشرائط والرقائق .

وتنتج رقائق الألومنيوم بدرفلة الألواح إلى تخانات رقيقة
جدا . وتستعمل في تعبئة وتغليف السجائر والحلوى رقائق قد
تصل تخانتها إلى حوالي ٠.٠٨ مم من المليمتر ، في حين تتراوح
تخانة الرقائق المستخدمة في تغليف الأطعمة من ٠.٠٨ مم إلى
٠.١٧ مم من المليمتر حسب نوع التغليف المطلوب .

ويمكن تغطية رقائق الألومنيوم باللاكيه الملون بالوان
مختلفة لأغراض الزخرفة والزينة ، كما يمكن تغطيتها بمواد
رائعجية راقية لاستخدامها في تغليف المواد التي قد تحدث تآكلا

فى الألونىوم إذا ظلت مخزونة لفترات طويلة . ويمكن الطبع على هذه الرقائق أو عمل بروتات فيها ، كما هى الحال فى البطاقات التجارية .

ويضيق المجال عن حصر استعمالات ألواح الألونىوم ، فهى تستخدم فى بناء أجسام الطائرات والمستودعات والمعدات الكىموية والدوائية ، كما أشرنا إلى ذلك فى الفصول السابقة .

مطروقات الألونىوم :

يصنع عدد كبير من أجزاء الطائرات — كما ذكرنا — على هيئة مطروقات لما يمتاز به من قوة ومتانة وخفة فى الوزن . وتنتج المطروقات بضغط سبائك الألونىوم فى قوالب تشكيل لتأخذ السبيكة شكل التجويف المفرغ فى القالب . وقد يلزم لتشكيل مطروقات الألونىوم عدة قوالب تشكيل ، بحيث يتم فى أحدها تشكيل القطعة مبدئياً ، وفى القالب الثانى تضبط إلى حد ما أبعاد القطعة ، وهكذا حتى يتم إنتاجها بشكلها النهائى فى قوالب تشطيب :

بثق الألونىوم :

إذا ضغطنا على أنبوبة معجون الأسنان مع رفع غطاها يبرز

المعجون من فوهتها ، أى ينبثق منها . وهذه هى الفكرة الأساسية فى عملية بثق المعادن . ومن أشكال الألومنيوم الشائعة التى تلتج بطريقة البثق ، الزوايا والقضبان والأعمدة والأشكال الإنشائية الأخرى . وهى الطريقة التى تستخدم فى صنع أنابيب تبسة معاجين الأسنان وصابون الحلاقة ومنتجات الزينة وألوان الرسم بالزيت .

الكبس والتنعير :

يستخدم هذا الأسلوب فى إنتاج الأواني والأوعية المنزلية وغير ذلك بوضع ألواح الألومنيوم تحت سنبك له الشكل والأبعاد المطلوبة ، وبتمريض المعدن لضغط السنبك يتشكل بشكل الحيز المحصور بين جسم السنبك وبين التجويف الداخلى للقالب . وقد يتم الكبس فى عدة عمليات متتالية . ومن الاستخدامات الصناعية لطريقة الكبس والتنعير إنتاج الأجهزة العاكسة ، وقواعد المصابيح الكهربائية ، وأغطية مصابيح الأنوار الكاشفة للسيارات ، والصناديق الصغيرة ، والمعدات الحربية مثل زمزميات الجنود والخوذات وتركيبات الأنابيب المعدنية ، وعلب أجهزة التصوير ، ومناظير الأوبرا والمناظير الحربية ، وغير ذلك .

التشكيل على المخارط :

وهو أسلوب يشبه إلى حد ما أسلوب الكبس والتقمير . ويتم التشكيل بدفع اللوح المعدني المركب على رأس دوارة بواسطة أداة حنى ، فينسب اللوح مع الرأس بضغط أداة الحنى عليه ويتشكل بشكل قالب أو نموذج مربوط في الرأس الدوارة . وفي بعض الأحيان ، يثبت القالب واللوح بينما تدور أداة الحنى ذاتها . ويستخدم هذا الأسلوب كذلك في صنع الآواني والأوعية والصحان المنزلية ، وما شابه ذلك من المنتجات ذات الأجسام الدورانية .

لحام الألومنيوم وسبائكها :

يمكن استخدام معظم أساليب اللحام المعروفة في لحام الألومنيوم وسبائكها . وأهم هذه الأساليب اللحام بغاز الأكسجين والأسيتيلين ، واللحام بالقوس الكهربائي ، واللحام بالمقاومة الكهربائية . ولا يتطلب لحام الألومنيوم على التقاوة معاملة خاصة من حيث الطريقة الفنية للحام ، كذلك من السهل لحام الألومنيوم النقي تجارياً بجميع طرق اللحام . ومن الممكن لحام جميع سبائك الألومنيوم بالطرق المعروفة ، إلا أنه يلزم لها

معاملات خاصة وتجهيزات معينة قبل إجراء اللحام وبعده .
ويستعمل اللحام على نطاق واسع لتجميع ألواح الألومنيوم
وقطاعاته المختلفة في صناعة الطائرات والسفن والمركبات كما
سلفت الإشارة إليه وفي صنع المعدات الكيماوية والدوائية .
كما يستعمل اللحام في إصلاح مصبوبات الألومنيوم التي بها
عيوب نتيجة لأشغال المسبك . ومن استعملاته الهامة الأخرى
إصلاح المصبوبات التي تكون قد تشدخت أو انكسرت . كما
يمكن لحام مصبوبات الألومنيوم مع منتجاته المشكلة ، مثل
الألواح والمواسير والقطاعات الأخرى ، وبذلك نحصل على
منتجات وتجميعات منها تتكون من أشكال مختلفة صميكة ورقيقة .



زخرفة الألومنيوم ووقاية سطوح منتجاته

يكسى الألومنيوم بمجرد تعرضه للجو بطبقة رقيقة جداً وغير مرئية من أكسيد الألومنيوم تتكون على سطحه فتقيه من المؤثرات الخارجية التي يتعرض لها في كثير من الظروف . إلا أن طبقة الأكسيد الطبيعية هذه لا تكفي في بعض الأحيان لحماية المعدن أو لإكسابه لوناً زخرفياً جذاباً . ويمكن الحصول على طبقة أكسيد لها تحانة كبيرة نسبياً على سطوح منتجات الألومنيوم بوضعها في محلول الكتروليتي مناسب بحيث يكون الألومنيوم متصلاً بالأنود ، وبإمرار التيار الكهربائي في المحلول يتصاعد الأكسجين عند الأنود ويتحد بسطح الألومنيوم مكوناً طبقة مسامية من أكسيد الألومنيوم . وبالنسبة لتوصيل مشغولات الألومنيوم بالأنود ، تسمى هذه الطريقة « المعاملة الأنودية » .

ومن أهم الأوساط الإلكتروليتية حمض الكبريتيك الذي يغطي الألومنيوم النقي بطبقة شفافة لالون لها من الأكسيد ، ويكون لون الطبقة مائلاً إلى الرمادي إذا كان الألومنيوم محتوياً

على نسبة من السليكون . واستخدام حمض الكروميك يكون طبقة من الأكسيد رمادية اللون تتوقف شفافيتها على التركيب الكيموي لسبيكة الألمونيوم . أما حمض الأكساليك فيعطي طبقة أكسيد فضية أو يروزية اللون حسب تركيب السبيكة . ولقد أمكن كذلك الحصول على طبقة معتمة من الأكسيد باستخدام بعض الكيمويات المحتوية على التيتانيوم أو الزركونيوم وعندئذ يشبه سطح الألمونيوم الخزف أو البلاستيك اللامع .

وقد تكون مشغولات الألمونيوم وسبائكها بعد معاملتها بالأكسدة الأنودية ، وذلك باستعمال أنواع خاصة من الأصباغ العضوية تكسب السطح مقدرة على الصمود للضوء والحرارة . ويستفاد من الأكسدة الأنودية في الحصول على طبقة أكسيد مسامية يمكن أن تمتص الأصباغ .

كذلك يمكن تلوين طبقة أكسيد الألمونيوم بألوان غير عضوية تشربها مسام هذه الطبقة . ولا يوضع اللون باستعمال الفرشاة ، بل نحصل على اللون المطلوب باستخدام محاليل كيميوية خاصة . مثال ذلك ، يلون الألمونيوم باللون الأسود باستعمال محلولين مستقلين من خلاات الكوبلت وكبريتيد الصوديوم . ويلون باللون الأخضر باستعمال محلولين من كبريتات النحاس

وزرنيخيت الصوديوم ، وباللون الأحمر بمحلولين من كبريتات
النحاس وسيانيد البوتاسيوم الحديدي .

وتستخدم الأكسدة الأنودية للألومنيوم في زخرفة وتلوين
الأدوات المنزلية مثل الأكواب والصحاف وأواني الزهور
وسلال الجلود الألومنيومية ، فتضفى عليها رونقا وجالا ويطول
عمر استخدامها . كما تستخدم أحيانا في صنع اللوحات العامة
كالخرائط السياحية التي توضع في الميادين العامة ، ولوحات
مواقف التوبيسات وإرشاد العربات .

ويستعمل الألومنيوم المعالج بالأكسدة الأنودية في صنع كثير
من الأدوات المعمارية ، مثل « كريستال » النوافذ ومقابض
الأبواب وواجهات المحلات التجارية والأرقف وغيرها .

ولا يقتصر استخدام الأكسدة الأنودية على مجرد التلوين
والزخرفة ، بل توجد طريقة أكسدة أنودية لتصليد سطوح
الألومنيوم وهي تسمى طريقة « تصليد السطوح بالأنودة » .
وتستخدم في بعض الأغراض الصناعية الهامة كصناعة الطائرات ،
وصناعة الأجزاء التي يلزم أن تكون سطوحها صلبة قوية مثل
المكابس « البنساتم » والأسطوانات « السلندرات » وبطاتها
وأجزاء التوربينات الغازية . وعلاوة على الصلابة الكبيرة

لسطوح المنتجات المعاملة بهذه الطريقة فإنها رخيصة التكاليف وسهلة التنفيذ .



ويمكن تكوين تغليفات أكسيدية على الألومنيوم باستخدام محاليل كيميوية معينة استخداماً مباشراً ، ولا تكون هذه التغليفات بمثل صلادة ومقاومة تغليفات المعاملة الأنودية . ومع ذلك فإن التغليفات الكيميائية تكفى لكثير من الأغراض . ومن المحاليل المستعملة للحصول على هذه التغطية ، محلول يتكون من كربونات الصوديوم وثاني كرومات البوتاسيوم أو الصوديوم . وينتج المحلول الساخن الملامس لسطح الألومنيوم تغليفاً رامادياً تتوقف تحماته على فترة تعريض المشغول للمحلول .



كذلك يمكن طلاء الألومنيوم كهربياً بمعادن أخرى . وفي العادة ترسب على سطح الألومنيوم طبقة أولية من الزنك ، وبذلك يمكن ترسيب بعض المعادن الأخرى عليها كهربياً مثل النحاس والنيكل والكروم والفضة والنحاس الأصفر والقصدير .

وتطلى بعض المعدات الكهربائية بالفضة لتخفيض مقاومتها

الكهرية أو لتحسين توصيلية سطوحها . والتكسيات المصنوعة من النحاس الأصفر تسهل عملية « فلكنة » المطاط على سطوح الألومنيوم . وترسب طبقات متمكنة من الكروم على سطح بعض المنتجات الألومنيومية للإقلال من الاحتكاك وزيادة مقاومتها للتآكل الميكانيكي . ويرسب الزنك على الأجزاء الملوثة « المقلوطة » لمنع « زرجنتها » في حالات استخدام الشحوم العضوية . وقد تستخدم تغليفات من القصدير للإقلال من احتكاك السطوح التي ينزلق بعضها على بعض .



وتلتصق الدهانات جيداً بطبقة الأكسيد الطبيعية التي تتكون على سطوح الألومنيوم . ويمكن إجراء الدهان باستخدام الفرشاة العادية .

ومن الطبيعي أن تزال الزيوت والشحومات والمواد العالقة بسطح الألومنيوم قبل دهانه أو تكسيته . وفي الأشغال الإنتاجية قد تنظف المشغولات بتغطيسها في سائل تنظيف . ويوجد سائل معروف لتنظيف الألومنيوم يتكون من كربونات الصوديوم وفوسفات الصوديوم وسليكات الصوديوم ، ويلى المعالجة بهذا المحلول غسل المشغولات وتجفيفها جيداً .

ويمكن إكساب مشغولات الألومنيوم سطحاً لامعاً
« نسنفرا » بتغطيتها في محلول ساخن من الصودا الكاوية
ثم في حمض نيتريك مركز « جزء واحد من الماء وجزء واحد
من حمض النيتريك المركز » ، يلي ذلك غسل المشغولات بالماء
وتجفيفها بسرعة . والغرض من استعمال حمض النيتريك ،
هو معاملة المخلفات القلوية وتلميع السطوح .



مسحوق الألومنيوم

الألومنيوم على هيئة مسحوق ليستعمل في أغراض منتج عديدة حربية ومدنية . ويحضر المسحوق بإحدى طريقتين تعرف إحداهما باسم « طريقة التذرية » والأخرى باسم « طريقة الأقراص » . ويتوقف اختيار إحدى الطريقتين على الغرض الذي سيستعمل فيه المسحوق المنتج .

ولإنتاج مسحوق الألومنيوم بطريقة التذرية ، يصر الألومنيوم النقي وترفع درجة حرارته إلى أعلى من درجة حرارة انصهاره ، ثم يصب المصهور في وعاء من الصلب مبطن بمادة عازلة للحرارة وبه فتحة جانبية قرب القاع تركب عليها فوهة التذرية . وبتفتح صمام للهواء المضغوط حول الفوهة مع إمرار الألومنيوم المنصر خلال الفتحة الجانبية يخرج الألومنيوم على هيئة رذاذ ويتجمد مكونا مسحوق الألومنيوم .

وفي طريقة الأقراص ، يصر الألومنيوم ثم يصب فوق قرص يدور بسرعة عالية ، ويوجد أسفله حوض به ماء بارد . وبملامسة قطرات مصهور الألومنيوم لسطح القرص الدوار تتناثر

بفعل القوة الطاردة المركزية على شكل شرائح رقيقة تجمع
وتوضح في مكثات بها مطارق فتحول إلى فتات صغيرة ، ثم
تستخدم مكثة أخرى لتحويل الفتات إلى مسحوق .

استمالات مسحوق الألومنيوم :

١ — عمل الدهانات فضية اللون :

يمزج المسحوق مع المكونات الأخرى للدهان ثم تجرى
عليه عمليات كيميوية ملائمة للحصول على الدهان في شكله
النهائي . ويستخدم هذا الدهان في طلاء المعدات التي يراد وقايتها
من العوامل الجوية أو ليعكس نسبة كبيرة من ضوء الشمس
وبذلك لا ترتفع درجة حرارة السوائل أو المواد الموجودة في هذه
المعدات . ويستخدم هذا الدهان على نطاق واسع في طلاء
المستودعات البترولية ، وعربات السكك الحديدية ، وأعمدة
الإفارة ، إلخ . .

إنتاج المسبوكات بالضغط :

عند تسخين مسحوق الألومنيوم إلى درجة حرارة أقل من
درجة انصهاره فإنه يكتسب خاصية اللزوجة . ويستفاد من هذه
الخاصة لصنع الأجزاء التي يصعب تشكيلها من المعدن المنصهر ،

وذلك بأن تعد قوالب لها شكل القطع المراد انتاجها وتملأ
بالمسحوق الساخن الذى يكبس فى القالب تحت ضغط فيتماسك
المسحوق ويتشكل بشكل تجويف القالب . ومن مزايا هذه
الطريقة أنها تستهلك حرارة أقل مما يلزم لصهر المعدن ، وأنها
لا تستلزم عمليات صقل تالية ، علاوة على أنها تنتج الأجزاء
التي يصعب صبها . وتستخدم هذه الطريقة فى صنع مقابض
الأبواب وآيادى الأدراج وغير ذلك .
صناعة الطوب المسامى :

يعجن خليط من أممنت بورتلاند ومسحوق الألومنيوم
والرمل الناعم مع نسبة معينة من الماء ، وتضاف مادة غروية إلى
المخلوط . وفى أثناء تجمد العجينة يتفاعل مسحوق الألومنيوم
مع السليكات القلوية الموجودة فى أممنت بورتلاند ، ويتولد
الإيدروجين على هيئة فقاعات صغيرة لا يتصاعد إلى خارج العجينة
لأن المادة الغروية تعوق ذلك . وتكون القوالب الناتجة من هذه
العجينة بعد جفافها مسامية خفيفة الوزن . وهذه الصفات تجعلها
ملائمة للاستخدام بمثابة مادة عازلة للعوامل الجوية . لذلك
تستخدم هذه القوالب فى بناء المنازل وغيرها للاحتفاظ بدرجة
حرارتها الداخلية .

في صناعة اللدائن :

يضاف مسحوق الألومنيوم إلى عجائن البلاستيك قبل تشكيلها فتكسبها لمعانا فضياً . كذلك تضاف إلى العجائن بطريقة خاصة بحيث تبدو المشغولات لامعة في بعض مواضعها، ومعتمة في المواضع الأخرى ، وبذلك يمكن إكساب هذه المشغولات ظلالاً لونية جذابة .

في صناعة الصلب :

يستعمل مسحوق الألومنيوم بمثابة عامل اختزال في صناعة الصلب : إذ بإضافة نسبة معينة من المسحوق إلى الحديد عند صهره تقل قابليته للتأكسد ، كما أنه يختزل الشوائب الموجودة في المعدن .

الترميت :

الترميت مخلوط من مسحوق الألومنيوم وأكسيد الحديد . وعند احتراق هذا المخلوط ينتزع الألومنيوم الأكسجين من أكسيد الحديد وينتج عن ذلك أكسيد الألومنيوم والحديد الفلزى : وفي بعض الأحيان يضاف إلى مخلوط أكسيد الحديد ومسحوق الألومنيوم كميات صغيرة من بعض المعادن الأخرى ،

مثل النيكل والمنجنيز ، للحصول على سبائك معينة من الصلب .
ويستخدم الزميت في لحام المعادن وفي صنع القنابل الحارقة .
وكان « فوتين » أول من اكتشف تفاعل هذا المخلوط
عام ١٨٩٤ ، وتمكن العالم الألماني دكتور « هانز جولد شميت »
من الاستفادة من هذا التفاعل في لحام قضيبين من الصلب بواسطة
الصلب المصهور الناتج .

وهناك طريقة أخرى مبتكرة تعتبر تعديلا للطريقة الأولى ،
يطلق عليها « طريقة كادويل » على اسم مكتشفها ، وفيها يستخدم
في المخلوط الزميتي أكسيد النحاس بدلا من أكسيد الحديد
للحصول على النحاس المنصهر الذي يستخدم في لحام الكبلات
الكهربية .

ولإجراء عملية اللحام بالزميت ، يوضع مخلوط مسحوق
الألومنيوم والأكسيد المعدني بوتقة مصنوعة من مادة صامدة
للحرارة . وبعد إشعال الخليط وتكون المعدن المنصهر يصب
هذا المعدن من فوهة البوتقة إلى خيز سبق تجيزه حول حافتي
القطعتين المراد لحامهما ، فينصر بالتالي جزء من الحافتين نتيجة
للحرارة الشديدة . ويتجمد منطقة المعدن المنصهر تتلاحم
القطعتان وتتماسكان .

ويستخدم الترميت في صنع القنابل الحارقة ، حيث تكون الحرارة المتولدة كافية لإضرار الحرائق فيما تقع عليه من أهداف وقد تتكون القنبلة من اسطوانة من المجزيوم محشوة بالترميت ، ويوجد عند طرفها الأسفل مادة مفجرة تشتعل بمجرد اصطدام القنبلة بالهدف ، فتشعل بدورها مخلوط الترميت ، الذى يؤدي إلى اشتعال المجزيوم . وتكون الحرارة المتولدة من الصلب المنصهر ومن المجزيوم كافية لإشعال حرائق خطيرة .

ويشكل الطرف العلوى للقنبلة بشكل انسانى ذى ريش معدنية ، بحيث يكون هذا الطرف أخف جزء فى القنبلة، وبالتالي تهوى القنبلة وطرفها المحتوى على المادة المفجرة فى المقدمة . وتدور القنبلة حول نفسها أثناء سقوطها بفعل الهواء والريش المعدنية مما يسهل اشتعال المادة المفجرة ، فالأجزاء الأخرى التى تنفجر وتطارى وهى مشتعلة إلى المناطق المحيطة بها فتندلع فيها النيران .

الألومنيوم والجمهورية العربية المتحدة

كانت الجمهورية العربية المتحدة تعتمد على استيراد الألومنيوم لسد حاجة الإستهلاك المحلى والصناعات التشكيلية التى تقوم على استعمال هذا المعدن الهام . ومن هذه الصناعات التشكيلية ، الصناعات الحربية ، وصناعة الأدوات المنزلية ، مثل الأواني والصحاف وأدوات الطهى ، وعلب التنبئة وسحب الأسلاك ، وتشكيل المقاطع والمواسير لاستعمالها فى الأغراض الإنشائية والمعمارية والهندسية ، وتصنيع الأسلاك والكبلات الكهربائية والصفائح والأوراق والألواح والمساحيق واهتمت الهيئة العامة للتوحيد القياسى بوضع مواصفات قياسية عن الألومنيوم الخام ومنتجاته بحيث تشمل هذه المواصفات التركيب الكيموى للألومنيوم وسبائكها ، وخواصها الفيزيائية والميكانيكية ، والطرق القياسية لأخذ العينات ، وشروط التفتيش والتحكم . وتوالى هذه الهيئة إصدار المواصفات التى تختص بمنتجات الألومنيوم واستعمالها المختلفة للأغراض الهندسية المتنوعة .

ويقوم المركز القومي للبحوث ومعامل البحوث التابعة للشركات المعدنية بإجراء بحوث متخصصة لتطوير الألمونيوم وخاماته وسبائكها بما يلائم الإحتياجات المحلية وينفي بالاشتراطات الفنية اللازم توافرها في منتجات الجمهورية .

ونتيجة للنقص في استيراد النحاس ، وارتفاع أسعاره العالمية فقد تقرر التصريح بإنتاج الكبلات الكهربائية من مادة الألمونيوم بدلا من النحاس ، وتم إنتاجها فعلا .

وليس من شك أن هذه الخطوة حاسمة للتوسع في استعمال الألمونيوم لصناعة الموصلات والكبلات الكهربائية ، ويفتح ميدانا جديدا للبحث العلمي والاقتصادي في مجال هذه الصناعة .

ومع تزايد إستهلاك الجمهورية من الألمونيوم ، اتجهت الدولة إلى إنتاج الألمونيوم محليا ، على أن يتم ذلك في المرحلة الأولى من التصنيع باستيراد خاماته ، ثم استخلاص هذه الخامات محليا بحيث يتم إنشاء مصانع متكاملة تكتفي ذاتيا بما يتوافر في الجمهورية من طاقة كهربائية وخامات متاحة .



وتمثل قيمة واردات الجمهورية العربية المتحدة عام ١٩٦٢

من الألومنيوم حوالي ٤٪ من جملة قيمة واردات المعادن العادية ومصنوعاتها التي تشمل الحديد الزهر والصلب والنحاس والنيكل والألومنيوم والرصاص والزنك والقصدير والمعادن التجارية الأخرى ، ومخاليطها وآلات قاطعة ومصنوعات متنوعة من هذه المعادن العادية (*) .

وتتكون واردات الجمهورية من الألومنيوم ، من الألومنيوم خام وفضلات وخردة الألومنيوم ، وقضبان وعيدان وزوايا وأشكال ومقاطع خاصة ، وأسلاك وصفائح وأوراق وألواح ومساحيق ، وأنابيب ومواسير وقضبان مجوفة ولوازمها ، ومنشآت كاملة أو غير كاملة ، ومقاطع ومواسير مهيأة للاستعمال في المنشآت والصهاريج وغيرها ، وبراميل وصفائح وغيرها من أوعية مماثلة ، وأسطوانات لتعبئة الغازات المضغوطة والمسيلة ، وشبائك ومنسوجات معدنية من أسلاك الألومنيوم ، وأدوات منزلية ومطبخية وصحية وأجزائها ، ومصنوعات أخرى من الألومنيوم .

ولقد ازدادت واردات الجمهورية من الألومنيوم زيادة مطردة

(*) جميع الأرقام والبيانات الواردة هنا مصدرها مصلحة الإحصاء

والتعداد .

خلال الأعوام ١٩٥٣—١٩٦٤ حيث كانت ألف طن عام ١٩٥٣ قيمتها ٤٢٩ ألف جنيه ، زادت إلى ٤٥٠٠ طن سنة ١٩٦٢ قيمتها ١٣ مليون جنيه .

ويأتى الاتحاد السوفيتى فى المرتبة الأولى من الدول التى تستورد منها الجمهورية العربية الألونيوم . وتمثل قيمة المستورد منه ٢٤ ٪ من جملة قيمة المستورد كله من الألونيوم عام ١٩٦٢ وقد بلغت الواردات من الاتحاد السوفيتى ألف طن سنة ١٩٥٨ قيمتها ٢٧٧ ألف جنيه ، ارتفعت إلى ١٥٠٠ طن عام ١٩٦١ قيمتها ٣٣٥ ألف جنيه ، وانخفضت إلى ١٤٠٠ طن قيمتها ٣٠٣ ألف جنيه عام ١٩٦٢ .

وتأتى المجر فى المرتبة الثانية ، ويمثل قيمة المستورد منها حوالى ٢٠ ٪ من قيمة جملة المستورد عام ١٩٦٢ ، ويبلغ ألف طن قيمة ٢٥٥ ألف جنيه .

وكندا هى ثالث دولة موردة للجمهورية العربية المتحدة ، ويمثل قيمة المستورد منها حوالى ١١ ٪ من جملة المستورد عام ١٩٦٢ ، ويبلغ ٦٩٠ طناً قيمته ١٢٣ ألف جنيه .

ومن الدول الأخرى التى يستورد منها الألونيوم هى على التوالى : سويسرا ، فرنسا ، ألمانيا الغربية ، المملكة المتحدة ،

الصين . ويبلغ المستورد من كل منها وقيمتها عام ١٩٦٢ كالآتي
على التوالي : ٣٧١ طن قيمتها ١٣٠ ألف جنيه « سويسرا » ،
٢٢٥ طن قيمتها ١٠٧ ألف جنيه « فرنسا » ، ١٣٠ طن قيمتها
٦٦ ألف جنيه « ألمانيا الغربية » ، ١٦٩ طن قيمتها ٦٢ ألف
جنيه « المملكة المتحدة » ، ١٥٢ طن قيمتها ٤٩ ألف جنيه
« الصين الشعبية » .

وهناك بعض دول أخرى تستورد منها الجمهورية العربية
المتحدة كميات أقل من الألومنيوم ، نذكر منها إيطاليا وإسبانيا .

* * *

ومما هو جدير بالذكر أن عدة مسابك متخصصة بالجمهورية
تقوم بتصنيع الحردة والفضلات الألومنيومية المتخلفة عن المصانع
إلى مصبوبات مختلفة ، وبذلك تسد جانباً من قطع الفيار اللازمة
للسيارات والصناعات الكهربائية والميكانيكية والكيموية
والبترولية . ويتطور إنتاج هذه المصبوبات بحيث يكاد يضارع
مثيلاتها المستوردة من الخارج .

وبالنسبة لتزايد استخدام الألومنيوم في الجمهورية خلال
السنوات الماضية فلقد درست هيئة التصنيع مشروعاً لصناعة
استخلاص الألومنيوم بحيث تكون طاقة المصنع ٤٠٠٠٠ طن
من الألومنيوم سنوياً .

ويقوم المشروع على أساس الاستيراد الألومينا « أكسيد الألومنيوم » على أن تستخدم ما ينتج منها محليا إذا أثبتت الدراسات إمكان إنتاجها من خامة النفلين المصرى بصورة اقتصادية. وتتوقف إمكانيات هذه الصناعة على سعر التيار الكهربى وعلى أساس الاستفادة من كهرباء السد العالى .

ولقد اتضحت من الدراسات التمهيدية أن فائض كهرباء خزان أسوان لا يكتفى لتغطية احتياجات المشروع ، كما أنه لا يناسب صناعة الألومنيوم التى تتطلب طاقة كهربية ثابتة بصفة مستمرة . لذلك ستقوم هذه الصناعة على أساس الاستفادة من كهرباء السد العالى بطاقتها الوفيرة وسعرها المناسب .

وتمثل الطاقة الكهربائية اللازمة لهذه الصناعات جزءاً رئيسياً من تكاليف الإنتاج ، حيث أن العطن من الألومنيوم يستلزم ١٨٠٠٠ كيلووات — ساعة .

لذلك فإن توفر الكهرباء من السد العالى بسعر منخفض عنصر هام ودافع قوى لقيام هذه الصناعة . ولما كانت الكهرباء ستتاح من السد العالى حوالى منتصف عام ١٩٦٧ ، فقد رؤى أن يخطط للمشروع على أساس البدء فى إنتاج الألومنيوم ابتداء من هذا التاريخ .

ولعل من المشوق أن نستعرض أهم المواقع التي تناولتها الدراسات الفنية لإقامة المشروع ، وهى أسوان والإسكندرية والقصير . واختيار موقع لصناعة الألمونيوم يتوقف على عناصر متعددة أهمها ولا شك توافر الكهرباء ورخص سعرها نسبياً ، ثم تكاليف النقل ، و فرق الأجور بين المواقع المختلفة .

وتتميز أسوان بأنها أفضل المواقع من حيث سعر التيار الكهربى . ورغم أن هذا السعر لم يحدد بعد بصفة نهائية إلا أنه من المتوقع أن لا يزيد عن ٨ ر . من المليم للكيلووات — ساعة . ولكن يقابل هذا أن تكاليف نقل الخامات المستوردة إلى أسوان وكذلك نقل المنتجات إلى الإسكندرية للتصدير وإلى القاهرة بوصفها مركز نقل التصنيع تكون أعلى مما لو أنشئ المصنع فى الإسكندرية ، مثلاً . ولقد قدرت هذه الزيادة بمحوى ٧ جنيهات عن الإسكندرية .

وتقل الأجور والمرتبات فى الاسكندرية بمحوى ٣٠ ٪ عنها فى أسوان . وهذه ميزة أخرى تضاف إلى الاسكندرية إذا اختيرت موقعاً للمشروع بجانب تكاليف نقل الخامات نسبياً . والاتجاه إلى إقامة مشروع استخلاص الألمونيوم فى منطقة ميناء القصير له ما يبرره كذلك . فالقصير هى أقرب ميناء بحرى

لأسوان ، مما يخفض من تكاليف نقل الحامات المستوردة
والمنتجات المصدرة . كما أن الاتجاه العام إلى تسمية الصناعة بهذه
المنطقة لإنعاشها ، وتجهيز مينائها بجميع التسهيلات والمرافق
اللازمة ، وإمداد المنطقة بالمياه العذبة ، والتفكير في ربطها مع
وادي النيل بسكة حديدية ، كل هذه العوامل تضاف إلى كفة
منطقة القصير ، وخاصة أن فرق سعر الكهرباء بين أسوان
والقصير لن يتجاوز ١٦ در. من المليم لكل كيلووات ساعة .

وهناك ميزة أخرى في صالح اختيار منطقة القصير لإقامة
مصنع الألومنيوم « إذا تم إنشاء المرافق اللازمة » ، وهي أن
إقامة الصناعات في هذه المنطقة سيخفف من أعباء عمليات النقل
التي تزايدت لو ركزت أغلب الصناعات بأسوان .

ونرجو أن نكون قد استعرضنا هذه المواقع الثلاثة المرشحة
لإقامة مصنع الألومنيوم في أمانة — ودون تحيز لأحدها — بما
يعطى للقارئ صورة أولية عن التخطيط لإقامة المشروعات .
وماسقناه هنا باختصار ودون أرقام بيانية إنما هو فكرة
سريعة لبحوث وإحصاءات واسعة للعناصر الاجتماعية والفنية
والاقتصادية تصاحب مثل هذه المشروعات الضخمة التي تؤثر
على الاقتصاد القومي بصفة عامة . ويتناول الخبراء كل هذه

العناصر بالبحث والتحقيق قبل أن يستقر الرأي على الموقع النهائي للمشروع . وهناك بعض مشاكل قد تبدو بسيطة في مظهرها ولكنها تؤثر على أى مشروع تأثيراً جوهرياً ، مثال ذلك الإسكان وتوافر الأيدي العاملة ، وصلاحية الطقس وجودة المناخ سواء للعاملين أم للعمليات الإنتاجية ذاتها ، وتسويق المنتجات الفرعية ، ومصادر الخامات المحلية اللازمة للإنتاج ، وغير ذلك مما لا بد أن يدرس دراسة وافية بجانب العناصر الرئيسية للمشروع .

ومهما كان موقع مشروع استخلاص الألمونيوم ، فمن أهم مزايا تنفيذ هذا المشروع بالجمهورية العربية المتحدة ، الآتى :

١ — الوفرة فى العملات الأجنبية . ولقد رأينا أن الجمهورية العربية المتحدة قد استوردت من الألمونيوم عام ١٩٦٢ حوالى ٤٥٠٠ طناً قيمتها ١٣ مليون جنيه . ومن المتوقع أن يصل الاستهلاك المحلى إلى حوالى ٨٠٠٠ طن فى نهاية عام ١٩٦٧ . وبعد نحو عامين ، أى فى أوائل عام ١٩٧٠ . سيصل الاستهلاك المحلى منه إلى حوالى ١٠٠٠٠ طن سنوياً .

٢ — تشغيل عدد كبير من الأيدي العاملة .

٣ — إقامة هذه الصناعة المعدنية يتبعها قيام ونمو صناعات أخرى تحويلية وهندسية للألومنيوم ، علاوة على المجالات التجارية . كذلك فمن الممكن أن يستبدل بعض المواد والمعادن الأخرى التي تستورد بالعملات الصعبة استخدام الألومنيوم بدلا منها . ولقد رأينا أن الدولة تنجح الآن إلى الاستعاضة عن النحاس بالألومنيوم في صناعة الكبلات والموصلات الكهربائية . وبالمثل يمكن استخدام الألومنيوم في كثير من الصناعات والمجالات التي تستعمل فيها حاليا معادن أخرى نستورها من الخارج وتعرض لتذبذب أسعار الأسواق العالمية وتقلب التيارات السياسية الخارجية ، علاوة على مشاكل النقل والعملات الصعبة . ومن الواضح أن فتح هذه المجالات المحلية الجديدة نتيجة لتصنيع الألومنيوم يؤدي إلى استيعاب عدد كبير آخر من الأيدي العاملة .

٤ — زيادة العمران ورفع المستوى الاقتصادي والاجتماعي . وهذا عامل اقتصادي عام وهام ، تؤدي فيه الصناعة والتصنيع دوراً بالغ الأهمية .




ولقد سبق القول بتوافر كميات ضخمة من النفلين في الجمهورية العربية المتحدة . وتراوح نسبة الألومينا فيها من ٢٠ إلى ٥٠

في المائة . وتبشر جهود العلماء المصريين بإبتكار وتطوير طريقة لاستخلاص الألومينا من النفلين ، بحيث يمكن أن نحصل من أربعة أطنان منه « ١٥ طنًا من الحجر الجيري » على حوالى طن من الألومينا « وطن من كربونات الصوديوم والبوتاسيوم و١٠ أطنان من الأممت » .

فإذا كان مشروع استخلاص الألومنيوم بالجمهورية العربية المتحدة يستهدف فى مرحلته الأولى استخدام الألومينا المستوردة ، فإن استغلال الألومينا المحلية فى المرحلة الثانية يحقق الاكتفاء الذاتى لهذه الصناعة الأساسية بالغة الأهمية . وليس من شك أن توافر طريقة اقتصادية لإنتاج الألومينا محليا يخطو بصناعة الألومنيوم خطوات واسعة علاوة على إمكانيات التوسع فى الصناعات الهندسية والإنشائية التى يدخل فيها استعمال الألومنيوم وسبائكه . والأمل كبير فى أن ينجح العلماء المصريون فى تحقيق هذه الطريقة ، وهو ما تبشر به النتائج التى حصلوا عليها حتى الآن .

طرائف واستعمالات أخرى للألمونيوم

استعمالات أخرى عديدة تخرج عن الحصر ،
 وما نسوقه هنا ليس سوى البعض منها ، نرجو أن يعطى فكرة واضحة عن هذه الإستعمالات .

* يستعمل الألمونيوم فى صناعة الأنابيب المعدنية ، مثل المكاتب والمقاعد والمناضد ، والأشكال الغالبة المستعملة فى ذلك هى الألواح والأنابيب والقطاعات الصغيرة . ولقد تقدمت كثيرا صناعة الأنابيب الألمونيومية وتنتج منها تصميات طريفة ومريحة خاصة لفرف المكاتب والمباني العامة .

* ويدخل الألمونيوم فى صنع كثير من معدات تداول الأطعمة والكيمويات ، لما له من خواص غير سامة ، كما أنه لا يتشظى ولا تاوى إليه البكتريا ، ويمكن تنظيفه بالبخار . ويستفاد من مقاومة الألمونيوم للتآكل فى صنع أوعية وعلب شحن المنتجات القابلة للكسر ، والكيمويات ، ودهانات التجميل والزينة . وتستعمل أوعية كبيرة محكمة الغلق من الألمونيوم لتعبئة الكيمويات التى تنقل بالسكك الحديدية

أو اللوارى . ومن الأمثلة الأخرى لمعدات تداول المنتجات ، مضخات نقل للسوائل ، وعربات نقل البضائع من الطائرات وإليها ، والدلاء « الجرادل » وصواني الحائز ، وعلب المشروبات الروحية .

* ويناسب الألومنيوم استعمالات تعبئة الأغذية ، مثل علب الحلوى والفطائر و « البسكوت » ، وتفضل ربات البيوت هذه العلب التي يستعملنها بعد ذلك في كثير من الأغراض المنزلية .

* ولقد تزايد استعمال المعدات المصنوعة من الألومنيوم في مناجم الفحم وخصوصاً في السنوات الأخيرة ، بما في ذلك عربات نقل الفحم ، والمعدات التي لا تولد الشرر ، والغرايل المعدنية . ويمتاز الألومنيوم بمقاومته للعوامل الأكالة التي توجد في مناجم الفحم ، كما أنه سهل التنظيف ولا يلصق به الفحم الميتل ، وهو مقاوم جيد للتمزق والإهتزازات والبرى والتشقق .

* ويضاف الألومنيوم على هيئة قشور دقيقة إلى الدهانات للإستفادة من قدرة المعدن المعاكسة ومتانته ومقاومته لتغلغل الرطوبة . ومن الاستعمالات الأخرى للمساحيق والمعاجين الألومنيومية ، صناعة أجبار الطباعة ، والصابون ، والخرسانة ،

ولحام الترميت ، كما أنها تضاف إلى بعض أنواع الوقود لزيادة طاقتها الحرارية .

* ويستعمل الألومنيوم على نطاق واسع في صنع معدات الغزل والنسيج ، وذلك على هيئة أنابيب وألواح ومطروقات ومصوبات « مسبوكات » ومنتجات مشكلة بالثق ، وهو مقاوم كثيرا من العوامل الأكلة السائدة في مصانع الغزل والنسيج . وتنصح فائدته — بالأخص — في صنع الأجزاء التي تدور بسرعة عالية بالنسبة لحفة وزنه ومتانته .

* ولأنابيب الألومنيوم استعمالات عديدة في معدات رى الأراضى بالرش ، وفي نقل الماء والسوائل المختلفة ، وفي التركيبات العلوية حيث يستفاد من خفة وزنه في عدم زيادة تحميل المنشآت والمياكل الحاملة للمعدات .

* وكلنا يعرف مدى انتشار الألومنيوم في صنع أواني ومعدات الطهى ، ولا يكاد يستغنى المنزل الحديث عن عشرات الأدوات المصنوعة من الألومنيوم الذي ظهر في أول الأمر كمنافس خطير للنحاس ثم احتل مكانه تماماً ، علاوة على مجالات أخرى عديدة في مطابخ المنازل والمصانع ، وفي المقاهى والمشارب والنوادي .

* وتستعمل مقادير كبيرة من الألومنيوم في صنع العدد
 « النقالى » ، بما فى ذلك أجزاء المناقب والمناشير والمفكات
 والمقصات والمطارق الآلية والعدد الثابتة التى تركيب على المضاد.
 * ويدخل الألومنيوم فى صناعات الورق والطباعة ، حيث
 يستخدم فى صنع الطناير و « السلندرات » التى تدور بسرعات
 عالية . وخفة وزن المعدن تؤدى إلى الإقلال من القوة الطاردة
 المركزية التى تتعرض لها هذه الأجزاء الدوارة بسرعة .
 * وتستخدم سبائك الألومنيوم فى صنع الأجهزة الدقيقة .
 والساعات ، مثل أغشية المعدات الصناعية منها ، والمؤشرات
 « العقارب » وتجربى بحوث عديدة فى هذا المجال للإستفادة من
 من خواص الألومنيوم فى صنع هذه الأجهزة الحساسة التى يجب
 أن تكون فى نفس الوقت متينة ولا تتأثر بالعوامل الخارجية :
 * وللألومنيوم قدرة عاكسة كبيرة قد تصل إلى ٩٥٪ فى حالة
 السطوح المصنوعة من الألومنيوم على البقاوة . ويتفوق الألومنيوم
 على المعادن الأخرى فى مقدرته على أن يعكس أشعة الشمس أو
 الأشعة تحت الحمراء . وهو يقاوم الإعتام من الكبريتات والأكاسيد
 والعوامل الجوية الملوثة لذلك يستعمل على نطاق واسع فى صنع
 المرايا ومعدات الأنوار الكشاف ، والمناظير . وتستخدم فى إعداد

سطوح هذه المعدات أساليب تشطيب غاية في الدقة والنفوق .
* ويشيع استعمال أنواع بسيطة من أواني العظمى الشمسية ،
وتتكون الواحدة منها من عاكس مقعر مصنوع من الألومنيوم
مركب على ساق حديدية رأسية . وتقع حرارة الشمس المركزة
على الإناء الموضوع على ماسك من شبك سلكي موصول
بالعاكس .

وتمر الأفران الشمسية بمرحلة تجريبية ، ولكن بما لا شك
فيه أن هذه الأفران ستطور للاستفادة منها في الدول التي تسطع
فيها الشمس طوال العام . ويدخل الألومنيوم في صنع المرايا
والسطوح العاكسة بهذه الأفران .

* وللألومنيوم استعمالاته في الأغراض الزخرفية، فيستخدم
في صنع أغطية الأنوار الكهربائية بدور السينا ولللاهي والمحلات
العامة والتجارية . كما يتزايد استعماله في صنع التماثيل . ومن
الأمثلة المبكرة على ذلك تمثال « إيزوز » إله الحب الذي ظل
قاعاً في ميدان ييكادلي ببلدن أكثر عاماً معرضاً لجوها المتقلب
لشهور بكثرة ضيابه ومطره دون أن يحسه ضرر يذكر
بسبب الصدأ .

طرائف من الألومنيوم عن المجالات العلمية :

* تقوم شركة أمريكية بتوريد أنابيب للبنادق متعددة المقاسات ومصنوعة من الألومنيوم . وكل أنبوبة تمثل بطاقة مستقلة للماسورة البندقية . ويمكن باستخدام هذه الأنابيب تحويل بندقية الصيد من عيار إلى آخر بمجرد إدخال أنبوبة العيار المطلوب في الماسورة مع استعمال مفك صغير لثبيتها . والأنابيب مصنوعة من سبائك الألومنيوم المتينة ، وتتراوح مقاسات العيارات من العيار ١٢ إلى العيار ١٤٠ .

* صنع في بريطانيا منشار آلي خفيف يشغله موتور صغير ويستخدم في قطع الأخشاب . ويتميز هذا المنشار بخفة وزنه مما يقلل إلى حد كبير من الجهد الذي يبذله مستعمل المنشار .

* يلعب الألومنيوم دوراً إنسانياً طريفاً في تسير متعة ركوب الدراجات للأطفال المكفوفين . وتتكون حلبة ركوب الدراجات من عمود رأسى مركزي تنصل به قضبان أو أذرع من الألومنيوم تنصل في نهاياتها الأخرى بالدرجات . وبدوران العمود المركزي تدور الدراجات في اتجاه دائري وتمنحها الأذرع المثبتة بها من السقوط أو الانقلاب . وتستوعب الحلبة الواحدة أكثر من ١٨ دراجة في وقت واحد .

* تنتج إحدى شركات الخزف الأمريكية «أطقم» للشاي والقهوة مصنوعة من الألومينا وتمتاز فناجين وأطباق هذه «الأطقم» بعدم قابليتها للكسر علاوة على إمكان زخرفتها بحيث تضارع أطقم الصين المعتادة من حيث جمال الشكل وسهولة التنظيف ومبات ألوانها، وتمتاز عنها بخفة الوزن وأنها لا تنكسر.

* صنع باب جذاب في كنيسة «شيزأدى ليناتى» فى إيطاليا من الألومنيوم ومزخرف بقطاعات من الألومنيوم المصبوب لإضافة عنصر الجمال الفنى على شكله.

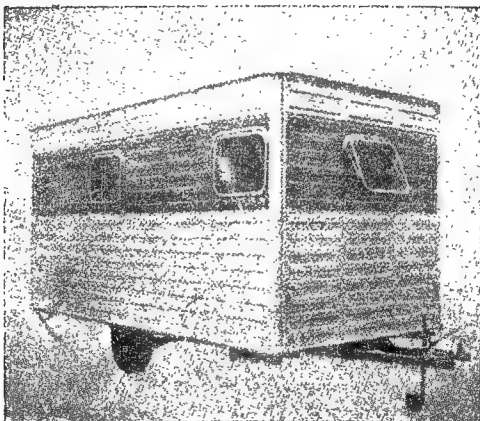
* أقيم فى الهند جراج من ألواح الألومنيوم الموجه دون هياكل معدنية ولا يزيد وزن الجراج الواحد على ٤٦٥ رطلاً وطوله حوالى ٨ أمتار وله باب ليفتح إلى أعلى.

* ينتج أحد المصانع الإنجليزية مقطورات خفيفة الوزن من الألومنيوم، ويبلغ الحجم الكلى للمقطورة حوالى ٢٧ متراً مكعباً.

* أنتج محرك جديد ذو أربعة أشواط مبرد بالهواء لإدارة مكائن الحصاد، بمحركات الشحن، والمضخات، ومكنات تهذيب الحشائش. ويستعمل الألومنيوم فى صنع رأس «السلندر»، والكباس، وذراع التوصيل، وعلبة الزيت. لذلك فإن وزن هذا المحرك لا يزيد على ١٠ كيلو جرام.

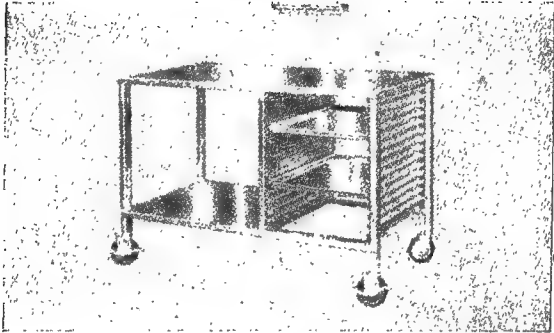
تستخدم في الباكستان مواعين وصنادل لنقل البضائع ذات
هياكل خارجية مصنوعة من الألومنيوم .
• تنتج في ألمانيا أغطية لسيقان عمال المناجم مصنوعة من
الألومنيوم . وتتكون الواقيات من الألومنيوم المبطن بالمطاط
الإسفنجي وتركب بأشرطة من الجلد .
• تستخدم في كثير من مصانع خوذة لوقاية رؤوس العمال
مصنوعة من الألومنيوم ، وتمتاز هذه الخوذات بمقاومتها وخفة
وزنها .





(شكل ٨)

متطورة الألمونيوم طولها حوالي ٥ر٤ مترا
وعرضها ٥ر٢ مترا وارتفاعها متران



(شكل ٩)

حامل متحرك يستعمل في المطايخ مصنوع بأ كلة من الألومنيوم
ويمكن نزع وتركيب أرففه بسهولة

المراجع

- ١ — سبائك الألومنيوم في الهندسة الإنشائية ، د . محمود طلعت ، مجلة المهندسين العدد السابع ، يوليو وأغسطس ١٩٥٠ .
- ٢ — الثروة المعدنية ، و . ر . جونز ، ترجمة د . زكي حتوت ود . أنور عبد الواحد ، دار الهلال ، القاهرة ١٩٦٠ .
- ٣ — الجيولوجيا في خدمة الإنسان ، و . فيرنسيدر و ا . بولان ، ترجمة د . محمود إبراهيم عطيه ، دار القلم ، القاهرة .
- ٤ — صناعات بورد الألومنيوم ، كامل عزب ، النشرة الصناعية ، العدد الأول .
- ٥ — الأكسدة الأودية للألومنيوم ، جمال الدين مراد ، مجلة الصناعات الحربية والمعدنية ، العدد التاسع ، إبريل ١٩٦٤ .
- ٦ — هندسة الحمام ، ب . روسي ، ترجمة د . أنور عبد الواحد ، دار النهضة العربية ، القاهرة .
- ٧ — جغرافيه المعادن والقوى ، د . عز الدين فريد وزملاؤه ، مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة .
- ٨ — ثروة أفريقيا المعدنية ، د . سليمان محمود سليمان ، دار المعرفة ، القاهرة .

- 9 — A History of Technology, Clarendon Press, Oxford, 1958.
- 10 — The Metallurgy of Aluminium and Aluminium Alloys, R.J. Anderson, H.C. Baird, New York, 1925.
- 11 — The Aluminium Industry, J. D. Edwards, F. C. Eray, Z. Jeffries, Mc - Grew - Hill Company, New York, 1930.
- 12 — Non - Ferrous Production Metallurgy, J. L. Bray, John Wiley & Sons, Second Edition, 1947.
- 13 — Metals Handbook, 8 th Edition, 1963, The American Society for Metals.
- 14 — Metallurgy of the Non - Ferrous Metals, W. H. Dennis, Pitman & Sons, London, 1961.
- 15 — Handbook of Non - Ferrous Metallurgy, D M. Liddell, Mc - Grew - Hill Company, New York, Second Edition, 1945.

مجلات ونشرات علمية مختلفة . .

المكتبة الثقافية تحقق اشتراكية الثقافة

صدر منها :

- | | |
|---|--|
| ١ — الثقافة العربية أسبق من
ثقافة اليونان والعبرين | { لاستاذ عباس محمود العقاد |
| ٢ — الاشتراكية والشيوعية ... | لاستاذ علي آدم |
| ٣ — الظاهر بريس في القمص الشعبي | الدكتور عبد الجيد بولس |
| ٤ — قصة التطور | الدكتور أنور عبد السلام |
| ٥ — طب وسحر | الدكتور بول غليونجي |
| ٦ — فجر الفضة | لاستاذ يحيى حلى |
| ٧ — الشرق الفنان | الدكتور زكي نجيب محمود |
| ٨ — رمضان | لاستاذ حسن عبد الوهاب |
| ٩ — أعلام الصحابة | لاستاذ محمد خالد |
| ١٠ — الفرق والإسلام | لاستاذ عبد الرحمن صدق |
| ١١ — المنيخ | { الدكتور جمال الدين الفندي
والدكتور محمود خيرى |

- ١٢ — فن الشعر الدكتور محمد مندور
- ١٣ — الاقتصاد السياسي للأستاذ أحمد محمد عبد الخالق
- ١٤ — الصحافة المصرية الدكتور عبد الطيف حمزة
- ١٥ — التخطيط القومي الدكتور إبراهيم حلمي عبد الرحمن
- ١٦ — اتحادنا فلسفة خلقية الدكتور ثروت عكاشة
- ١٧ — اشتراكية بلدنا للأستاذ عبدا لمنعم الصاوي
- ١٨ — طريق الغد للأستاذ حسن عباس زكي
- ١٩ — التصريح الإسلامي وأثره
في اللغة العربي { الدكتور محمد يوسف موسى
- ٢٠ — المبتكرة في الفن الدكتور مصطفى سويف
- ٢١ — قصة الأرض في إقليم مصر للأستاذ محمد صبيح
- ٢٢ — قصة القدرة الدكتور إسماعيل بسيوني مزراح
- ٢٣ — صلاح الدين الأيوبي بين
شعراء عصره وكتابه { الدكتور أحمد أحمد بدوي
- ٢٤ — الحب الإلهي في التصوف الإسلامي { الدكتور محمد مصطفى حلمي
- ٢٥ — تاريخ الفلك عند العرب الدكتور إمام إبراهيم أحمد
- ٢٦ — صراع البترول في العالم العربي { الدكتور أحمد سويلم المصري
- ٢٧ — القومية العربية الدكتور أحمد فؤاد الأهواني
- ٢٨ — القانون والحياة الدكتور عبد الفتاح عبد الباقي
- ٢٩ — قضية كينيا الدكتور عبد العزيز كامل
- ٣٠ — الثورة العراقية الدكتور أحمد عبد الرحيم مصطفى
- ٣١ — فنون التصوير المعاصر للأستاذ محمد صدق الجياخجي
- ٣٢ — الرسول في بيته للأستاذ عبد الوهاب حمودة

- ٣٣ — اعلام الصحافة « المجاهدون » للأستاذ محمد خالد
- ٣٤ — الفنون الشعبية للأستاذ رشدي صالح
- ٣٥ — إختائون الدكتور عبد المنعم أبو بكر
- ٣٦ — القدرة في خدمة الزراعة الدكتور محمود يوسف الشواربي
- ٣٧ — الفضاء الكوني الدكتور جمال الدين الفندي
- ٣٨ — طاغور شاعر الحب والسلام الدكتور شكرى محمد عياد
- ٣٩ — قضية الجلاء عن مصر الدكتور عبد العزيز رفاهى
- ٤٠ — الخضراوات وقيمها الغذائية والطبية الدكتور عز الدين فراج
- ٤١ — المدالة الاجتماعية للمستشار عبد الرحمن نصير
- ٤٢ — السينما والمجتمع للأستاذ محمد حلمى سليمان
- ٤٣ — العرب والحضارة الأوروبية للاستاذ محمد مفيد الشوباشي
- ٤٤ — الأسرة في المجتمع المصرى القديم الدكتور عبد العزيز صالح
- ٤٥ — صراع على ارض المهاد للاستاذ محمد عطا
- ٤٦ — رواد الوعى الإنسانى الدكتور هيثم أمين
- ٤٧ — من الذرة إلى الطاقة الدكتور جمال نوح
- ٤٨ — أنواء على قاع البحر الدكتور أنور عبد العليم
- ٤٩ — الأزياء الشعبية للاستاذ سمح الخادم
- ٥٠ — حركات التسلسل ضد القومية العربية الدكتور إبراهيم أحمد العدوي
- ٥١ — الفلك والحياة { الدكتور عبد الحميد حمادة
والدكتور عدلى سلامة
- ٥٢ — نظرات في ادبنا المعاصر الدكتور زكى المحاسنى
- ٥٣ — النبيل الخالد الدكتور محمد محمود الصبياد
- ٥٤ — قصة التفسير للاستاذ أحمد الشرباصى

- ٥٥ — القرآن وعلم النفس ... للأستاذ عبد الوهاب حودة
- ٥٦ — جامع السلطان حسن وما حوله ... للأستاذ حسن عبد الوهاب
- ٥٧ — الأسرة في المجتمع العربي بين
الشريعة الإسلامية والقانون ... للأستاذ محمد عبد الفتاح الشهاوى
- ٥٨ — بلاد النوبة للدكتور عبد المنعم أبو بكر
- ٥٩ — غزو الفضاء للدكتور محمد جلال الدين الفندى
- ٦٠ — الشعر الشمى العربى للدكتور حسين نصار
- ٦١ — التصوير الإسلامى ومدارسه ... للدكتور جمال محمد محرز
- ٦٢ — الميكروبات والحياة للدكتور عبد المحسن صالح
- ٦٣ — عالم الأفلاك للدكتور إمام إبراهيم أحمد
- ٦٤ — انتصار مصر فى رشيد للدكتور عبد العزيز رفاعى
- ٦٥ — الثورة الاشتراكية
« قضايا ومناقشات » ... للأستاذ أحمد بهاء الدين
- ٦٦ — الميثاق الوطنى قضايا ومناقشات ... للأستاذ لطفى الخولى
- ٦٧ — عالم الطير فى مصر للأستاذ أحمد محمد عبد الحالى
- ٦٨ — قصة كوكب للدكتور محمد يوسف موسى
- ٦٩ — الفلسفة الإسلامية للدكتور أحمد فؤاد الأهوانى
- ٧٠ — القاهرة القديمة وأحيائها للدكتورة سعاد ماهر
- ٧١ — الحكم والأمثال والنصائح
عند المصريين القدماء ... للأستاذ محرم كمال
- ٧٢ — قرطبة فى التاريخ الإسلامى ... للأستاذ محمد محمد صبيح
والدكتور جودة هلال
- ٧٣ — الوطن فى الأدب العربى للأستاذ إبراهيم الأبيارى
- ٧٤ — فلسفة الجمال للدكتورة أميرة حلمى مطر

- ٧٥ — البحر الأحمر والاستعمار ... للدكتور جلال يحيى
- ٧٦ — دورات الحياة للدكتور عبد المحسن صالح
- ٧٧ — الإسلام والمسلمون } للدكتور محمد يوسف الشواربي
في القارة الأمريكية
- ٧٨ — الصحافة والمجتمع للدكتور عبد الطيف حمزة
- ٧٩ — الرواية للدكتور عبد الحافظ حلمي
- ٨٠ — الفن الاسلامي في العصر الأيوبي للدكتور محمد عبد العزيز
- ٨١ — ساعات حرجة في حياة الرسول للأستاذ عبد الوهاب حمودة
- ٨٢ — صور من الحياة للدكتور مصطفى عبد العزيز
- ٨٣ — حياض فلسفي للدكتور يحيى هويدي
- ٨٤ — سلوك الحيوان للدكتور أحمد حماد الحسيني
- ٨٥ — أيام في الاسلام للأستاذ أحمد الفراصي
- ٨٦ — تمثيل الصغارى للدكتور عز الدين فراج
- ٨٧ — سكان الكواكب للدكتور إمام إبراهيم أحمد
- ٨٨ — العرب والتتار للدكتور إبراهيم أحمد المدوي
- ٨٩ — قصة المعادن المينة للدكتور أنور عبد الواحد
- ٩٠ — أضواء على المجتمع العربي ... للدكتور صلاح الدين عبدالوهاب
- ٩١ — قصر الحمراء للدكتور محمد عبد العزيز مرزوق
- ٩٢ — المصراع الأدبي بين العرب والمعمم للدكتور محمد نبيه حجاب
- ٩٣ — حرب الانسان ضد الجوع } للدكتور محمد عبدالله العربي
وسوء التغذية ...
- ٩٤ — ثروتنا المدنية للدكتور محمد فهم
- ٩٥ — تصويرنا الشعبي خلال العصور للأستاذ سعد الحامد
- ٩٦ — منشأتنا المائية عبر التاريخ للأستاذ عبدالرحمن عبد التواب

- ٩٧ — الشمس والحياة الدكتور محمود خيرى على
- ٩٨ — الفنون والقومية العربية للأستاذ محمد صدق الجياخنجي
- ٩٩ — أقلام نائرة للأستاذ حسن الشيخ
- ١٠٠ — قصة الحياة ولشائها على الأرض الدكتور أنور عبد المليم
- ١٠١ — أضواء على السير الشعبية للأستاذ فاروق خورشيد
- ١٠٢ — طبائع النحل الدكتور محمد رشاد الطوبى
- ١٠٣ — النقود العربية «ماضيها وحاضرها» الدكتور عبد الرحمن فهمى
- ١٠٤ — جوائز الأدب المالية { للأستاذ عباس محمود العقاد
«مثل من جائزة نوبل» }
- ١٠٥ — الغذاء فيه الداء وفيه الدواء للأستاذ حسن عبد السلام
- ١٠٦ — القصة العربية القديمة للأستاذ محمد مفيد الشوباني
- ١٠٧ — القنبلة النافعة الدكتور محمد فتحي عبد الوهاب
- ١٠٨ — الأحجار الكريمة فى الفن والتاريخ الدكتور عبد الرحمن زكى
- ١٠٩ — الغلاف الهوائى الدكتور محمد جمال الدين الفندى
- ١١٠ — الأدب والحياة فى المجتمع { الدكتور ماهر حسن فهمى
المصرى المعاصر ... }
- ١١١ — أنواع من الفن الشعبى للأستاذ محمد فهمى عبد الطيف
- ١١٢ — الفطريات والحياة الدكتور عبد المحسن صالح
- ١١٣ — السد المالى «التنمية الاقتصادية» { الدكتور يوسف ابوالحجاج
... }
- ١١٤ — الشعر بين الجلود والتطور للأستاذ موسى الوكيل
- ١١٥ — التفرقة المنصرية الدكتور احمد سويم العربى
- ١١٦ — صراع مع المبكروب الدكتور محمد رشاد الطوبى
- ١١٧ — الإصلاح الزراعى والميثاق للأستاذ محمد عبد المجيد مرعى

- ١١٨ — أضواء جديدة على الحروب الصليبية للدكتور سعيد عبد الفتاح هاشور
- ١١٩ — الأمم المتحدة وممارسة نظامها للدكتور سليمان محمود سليمان
- ١٢٠ — أسرار المخلوقات المضيئة ... للدكتور عبد المحسن صالح
- ١٢١ — التاريخ والسير للدكتور حسين فوزي
- ١٢٢ — تطور المجتمع الدولي للدكتور يحيى الجبل
- ١٢٣ — الاستثمار والتحرير في العالم العربي للدكتور جمال حمدان
- ١٢٤ — الآثار المصرية في الأدب العربي للدكتور أحمد أحمد بدوي
- ١٢٥ — الإسلام والطب للأستاذ محمد عبد الحميد البوشي
- ١٢٦ — الحلى في التاريخ والفن ... للدكتور عبد الرحمن زكي
- ١٢٧ — نافذة على الكون للدكتور إمام إبراهيم أحمد
- ١٢٨ — الفلاح في الأدب العربي ... للأستاذ محمد عبد الفتاح حسن
- ١٢٩ — ثروتنا المائية للدكتور أنور عبد السلام
- ١٣٠ — التفكير عند الإنسان ... للدكتور أحمد قاتق
- ١٣١ — رحلات الحيوان والطيور ... للدكتور مرشد بنى حنا
- ١٣٢ — النيل في عصر المماليك ... للدكتور محمود رزق سليم
- ١٣٣ — الفلسفة في الميثاق للدكتور يحيى هويدى
- ١٣٤ — ريتشارد فاغنر للدكتور فؤاد زكريا
- ١٣٥ — قصة الألونيوم للدكتور أنور محمود عبد الواحد

الثنى قرشان

المكتبة الثقافية

- أول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة
- تيسر لكل قارئ أن يقيم في بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة بأفلام أساتذة ومتخصصين وبقرشين لكل كتاب
- تصدر مرتين كل شهر في أوله وفي منتصفه

الكتاب القادم

المدارس الفلسفية

للدكتور أحمد فتود الأهواي

١ يوليو ١٩٦٥

722

Bibliotheca Alexandrina



0352212



مطابع دار القلم

النسبة ٢